

KOSTENANALYSE ÜBER
VERFAHREN UND EINSATZMÖGLICHKEITEN
VON EMBRYOTRANSFER

Gottfried Brem

1979



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551912_0031

Aus dem Institut für Tierzucht und Tierhygiene
des Fachbereichs Tiermedizin der Universität München

Lehrstuhl für Tierzucht

Vorstand: Professor Dr. H. Kräußlich

KOSTENANALYSE ÜBER VERFAHREN UND EINSATZMÖGLICHKEITEN VON EMBRYOTRANSFER

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde des
Fachbereichs Tiermedizin der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Gottfried Brem
aus Rosenheim

München 1979

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. H. Kräußlich

- 1. Referent: Prof. Dr. H. Kräußlich
- 2. Referent: Prof. Dr. H. Bostedt
- 1. Korreferent: Priv.-Doz. Dr. Dr.habil. K. Osterkorn
- 2. Korreferent: Prof. Dr. G. Dirksen
- 3. Korreferent: Prof. Dr. A. Schmid

Tag der Promotion: 27. Juli 1979



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Literatur	3
2.1. Kosten	3
2.2. Anwendungsmöglichkeiten von ET und Auswirkungen auf den Zuchtfortschritt	11
2.2.1. Verbesserung des Zuchtfortschritts in Milch- leistung	12
2.2.1.1. Ablauf und Zuchtfortschritt der Besamungs- zuchtprogramme beim Deutschen Fleckvieh	12
2.2.1.2. Steigerung des Zuchtfortschritts in Milch- leistung durch Einsatz von ET	15
2.2.1.2.1. Einsatz von ET in Besamungszuchtprogrammen	17
2.2.1.2.2. Einsatz von ET in Milchviehherden	25
2.2.2. Verbesserung von Milch- und Fleischleistung	28
2.2.3. Verbesserung der Fleischleistung	29
2.2.4. Erhöhung der Zwillingsrate	30
2.2.4.1. Übertragung von zwei Embryonen	30
2.2.4.2. Verbesserung der genetisch bedingten Zwillingshäufigkeit	32
2.2.5. Einsatz von ET in Nukleuszuchtprogrammen	32
2.2.5.1. Konventionelle Nukleuszuchtssysteme	32
2.2.5.2. Einsatz von ET in Nukleuszuchtssystemen	34

2.3.Erfolgsquoten	35
2.4.Ertragsberechnungen	39
3.Methodik eines Modells zur Berechnung der Kosten für ET-Programme	42
3.1.Zur Theorie der Kosten	43
3.1.1.Der Kostenbegriff	43
3.1.2.Die Kostentheorie im weiteren Sinn	44
3.2.Die Produktionsfunktion für ET-Programme	45
3.2.1.Produktionstheoretische Grundlagen der Bio- technik ET	46
3.2.2.Die Elementarkombinationen	47
3.2.3.Die Wiederholung der E-Kombinationen	49
3.2.4.Das Strukturbild für ET-Programme	50
3.2.5.Der Mengenverzehr an Produktionsfaktoren	52
3.2.6.Die Errechnung der Endproduktkosten des ET- Programmes mit der Produktionskostenfunktion	55
3.3.Kostenberechnung	56
3.3.1.Outputunabhängige Kosten	56
3.3.2.Produktionssystemabhängige Kosten	58
4.Material und Daten	59
4.1.Betriebsaufbau,biotechnische Verfahren und Produktionsablauf	60
4.1.1.Gebäude und Tiermaterial	60
4.1.2.Biotechnische Verfahren	62
4.1.3.Produktionsablauf und Einsatzmengen an Produk- tionsfaktoren in den E-Kombinationen	64

4.1.3.1.Vorbereitung der Spendertiere	66
4.1.3.2.Gewinnung der Embryonen	68
4.1.3.2.1.Unblutige Spülung	68
4.1.3.2.2.Chirurgische Gewinnung der Embryonen	69
4.1.3.3.Behandlung der Embryonen	70
4.1.3.3.1.Frische Embryonen	70
4.1.3.3.2.Tiefgefrieren der Embryonen	71
4.1.3.4.Transfer der Embryonen	73
4.1.3.4.1.Unblutiger Transfer	73
4.1.3.4.2.Chirurgischer Transfer	74
4.1.3.5.Produktion von ET-Kälbern	75
4.1.3.6.Selektion von geprüften ET-Altbullen	76
4.1.3.7.Vorbereitung der Empfängertiere	76
4.1.3.7.1.Brunstsynchronisation der Empfänger	76
4.1.3.7.2.Transfer auf Empfänger mit natürlichem	77
Zyklus	
4.1.4.Die Wiederholungsfaktoren der E-Kombinationen	78
4.1.4.1.Vorbereitung der Spendertiere	80
4.1.4.2.Gewinnung der Embryonen	82
4.1.4.3.Behandlung der Embryonen	83
4.1.4.4.Transfer der Embryonen	84
4.1.4.5.Produktion von ET-Kälbern	86
4.1.4.6.Selektion von geprüften ET-Altbullen	86
4.1.4.7.Vorbereitung der Empfänger	88
4.2.Kostendaten	89
4.2.1.Investitionen für Gebäude und Einrichtung	89
4.2.2.Kosten für Miete und Pacht	91

4.2.3.Kosten für Personal	92
4.2.4.Kosten für Bereitstellung des Tiermaterials	93
4.2.4.1.Kauf des Tiermaterials	93
4.2.4.2.Leasing des Tiermaterials	94
4.2.5.Haltung des Tiermaterials	95
4.2.5.1.Haltung an der Station	95
4.2.5.2.Haltung im Betrieb	95
4.2.6.Transport und Anfahrtkosten	97
4.2.6.1.Fuhrpark	97
4.2.6.2.Kosten für Tiertransporte	98
4.2.6.3.Kosten für Anfahrt bei Transfer auf dem Betrieb	99
5.Ergebnisse	104
5.1.Kostensituation der ET-Programme für aktuelle Produktionsdaten	104
5.1.1.Gewinnung der Embryonen	104
5.1.2.Produktion von tiefgefrorenen Embryonen	104
5.1.3.Produktionskosten für ET-Graviditäten, ET-Kälber und ET-Altbullen	106
5.2.Kosten für den Einsatz von ET bei variablen Erfolgsquoten	114
5.3.Kosten für den Einsatz von ET in Herden	119
6.Diskussion und Schlußfolgerungen	129
7.Zusammenfassung	144
Summary	
8.Literaturverzeichnis	148
9.Anhang	162

1. Einleitung

Der größtmögliche Zuchtfortschritt war bis vor einem Jahrzehnt das Ziel in der Zuchtplanung beim Rind. Mittlerweile hat sich, ausgelöst durch die steigenden Kosten der erforderlichen Zuchtungsmaßnahmen, eine Umorientierung vollzogen. Nicht der maximal machbare Zuchtfortschritt, sondern der maximal erreichbare Nutzen, ist zum ausschlaggebenden Faktor der Zuchtplanung geworden. Die Kosten für Informationsbeschaffung und Zuchtarbeit sollen optimal kombiniert werden, so daß sie bei möglichst geringem Aufwand einen höchst möglichen Ertrag erwarten lassen.

Um den gesamten tierzüchterischen Produktionsprozeß mit Hilfe von Planungsrechnungen erfassen und optimieren zu können, werden die möglichen Zuchtfortschritte und die hierfür erforderlichen Aufwendungen konkret erfasst. Für Besamungszuchtprogramme liegen eine Reihe von Optimierungsberechnungen vor (J.ZEDDIES 1969, E. NIEBEL 1974, E.W. BRASCAMP 1975, D. FEWSON 1978). Es ist zu erwarten, daß neue biotechnische Methoden wie z.B. ET den Zuchtfortschritt und den Züchtungsaufwand verändern werden.

Die Entwicklung praxisreifer Methoden des ET (Embryotransfer) ist in den letzten Jahren rasch vorangegangen. Von ersten erfolgreichen Übertragungen von Embryonen bei Mäsen wird bereits im vorigen Jahrhundert aus England berichtet (W.HEA-

PE 1890). L.E.A.ROWSON(1949) hat die Arbeiten mit Embryo-transfer wieder aufgenommen und durch seine Ergebnisse die biotechnische Nutzung von Embryotransfer möglich gemacht. Kommerzielle Interessen unterstützen in Kanada, USA und Australien die anwendungsbezogene Weiterentwicklung und Verbesserung der Transferverfahren.

Der Einsatz von ET in Tierzucht und tierischen Produktionssystemen ist möglich, so daß es sinnvoll erscheint, Kosten-Nutzen-Analysen anzustellen. In der vorliegenden Arbeit wird ein allgemeines System zur Kostenerfassung an ET-Stationen erstellt.

2. Literatur

2.1. Kosten

B.GUSTAFSSON(1974) berichtet über die Anwendung von ET in den USA. Um die Kosten der Transferoperationen ökonomisch zu rechtfertigen, werden als Spender Spitzentiere selektiert, deren Kälber Preise zwischen 4000 und 10000 Dollar erzielen. Diese hohen Preise werden für Nachkommen von Hochleistungstieren und Kühen sog. "exotischer Rassen" bezahlt. "Exotische Rassen" sind insbesondere europäische Fleisch- und Züchtungsrassen, die für Kreuzungszuchtprogramme in Nordamerika benötigt werden(Charolais, Fleckvieh, Gelbvieh etc.). Auf Grund strenger Einfuhrbeschränkungen und Quarantänenvorschriften kann der Bedarf an Zuchttieren dieser Rassen nicht durch direkten Import von Zuchttieren oder Sperma gedeckt werden.

Alle Stationen arbeiten mit chirurgischer Embryogewinnung und Transfer. Die Graviditätsrate am 90. Tag beträgt 41 % ; pro Spenderzyklus sind durchschnittlich 73,5 % der Superovulationen erfolgreich; pro Spülung werden 6 Embryonen gewonnen, davon sind 3,9 übertragbar. Berücksichtigt man alle Spendertiere, werden pro Zyklus 1,6 Trächtigkeiten erreicht.

Die Kosten für Futter und Haltung der Spender betragen in Minnesota(Nordamerika) bei zwei Spülterminen etwa 300 Dollar (2 Dollar pro Tag). Der Farmer hat das Spendertier bereitzu-

stellen und kann alle graviden Empfängertiere zu einem Fixpreis von 2000 bis 3000 Dollar (= Preis für Embryo und Empfänger) kaufen.

Das Angebot von International Cryo-Biological Services Inc. (ICBS) sieht vor, daß der Besitzer pro Operation 7500 Dollar und pro festgestellter Gravidität 6000 Dollar zu bezahlen hat. In den genannten Preisen sind die Kosten für Sperma, Versicherungen und Transporte nicht generell enthalten.

Eine weitere Kostenberechnung für amerikanische Verhältnisse aus jüngerer Zeit legt C.K.VINCENT(1978), Scientific Transplants, Colorado, auf der JETS-Jahreskonferenz vor. Wird die Embryogewinnung unblutig und der Transfer in das Empfängertier chirurgisch durchgeführt, kann eine Graviditätsrate von 55 % erreicht werden. Die Produktionskapazität beträgt 500 Empfänger pro Jahr; pro Spülung werden 2,5 und pro erfolgreichem Spendertier und Jahr 10 Trächtigkeiten angenommen. Der Selbstkostenpreis der Station für ein gravidies Empfängertier beträgt 1294 Dollar. Diese Summe enthält die Personalkosten für 10 Mitarbeiter; die Kosten der Haltung und Fütterung der Spender- und Empfängertiere; die Ankaufskosten und Kosten für Verluste der Empfängertiere; die Kosten für Gewinnung und Transfer der Embryonen; die Kosten für Verwaltung, Werbung, Versicherungen, Gebühren, Transporte, Fuhrpark, Forschungsarbeiten,

uneinbringliche Außenstände, Abschreibungen und Zinsen. Unter der Annahme, daß der gesamte Transfer unblutig im Stall des Tierbesitzers, der die Spender- und Empfängertiere bereitzustellen hat, durchgeführt wird, würden sich bei einer Graviditätsrate von 33 % die Kosten auf 449 Dollar reduzieren. Die Reisekosten des Transferteams zu den einzelnen Farmen sind nicht enthalten. Ebenso sind noch keinerlei Gewinnansprüche der Station berücksichtigt.

Die Kostensituation für den britischen Farmer, der ET in seiner Herde zum Einsatz bringen will, wird von R.NEWCOMB (1978) geschätzt. Es wird angenommen, daß pro Spülung 3 übertragbare Embryonen gewonnen werden und die Graviditätsrate 70 % beträgt. Besamungskosten über 10 Pfund und Kosten für die Haltung stationseigener Spender und Empfänger werden nicht berücksichtigt. Die Gewinnung der Embryonen erfolgt durch unblutige Spülung, der Transfer wird via Flankenschnitt chirurgisch durchgeführt. Die laufenden kommerziellen Kosten betragen für den Transfer auf der Farm des Tierbesitzers 400-500 Pfund pro Spülung und 350-425 Pfund pro Gravidität und für den Transfer in der ET-Station 250 Pfund pro Gravidität.

Bei der Schätzung der geringstmöglichen Kosten für ET wird eine Erhöhung der Arbeitsproduktivität des Teams und der Einsatz praktischer Tierärzte zur Durchführung der Brunst-synchronisation und Superovulation angenommen. Die Schätzung

ergibt eine Kostensenkung auf 200 Pfund für eine Gravidität auf der Farm und auf 115 Pfund für die Produktion einer Gravidität an der Station. NEWCOMB führt aus, daß er sich von der Einführung des unblutigen Transfers nur unwesentliche Kostensenkungen verspricht, da die reinen Transferkosten in seinen Kalkulationen nur einen geringen Anteil der Gesamtkosten verursachen. Auch bei optimaler Arbeitsproduktivität hält er Kosten von unter 100 Pfund pro Trächtigkeit für unwahrscheinlich.

G.BREM u.a.(1978) gehen bei ihrer Kostenberechnung von einer etwas anderen Zielpjektion aus. Sie schätzen die Kosten für die Erstellung von Prüfbullen in einem Besamungszuchtprogramm in der Bundesrepublik Deutschland. Alle Transfermanipulationen, die Haltung der Spender- und Empfängertiere und die Aufzucht der Kälber bis zu einem Alter von ca. 4 Wochen werden an der Station durchgeführt. Die Embryonen werden unblutig gewonnen und chirurgisch übertragen. Folgende biologisch-technische Daten liegen der Schätzung zugrunde:

- 67,5 % erfolgreiche Stimulation
- 81,5 % erfolgreiche Spülungen
- 75,0 % der gewonnenen Embryonen sind übertragbar
- 55 % Graviditätsrate
- 10 % Ausfall bei Geburt und Aufzucht

Die Schätzung enthält die einmaligen Kosten der Einrichtung der Station; die Kosten für die Erstellung der Spender- und

Empfängertiere und die Kosten für Tiermaterial; die Kosten für Fütterung, Leasing von Spendern, Personal, technische Durchführung, Abschreibung, Zinsen und Tilgung. Bei einer Kapazität der Station von 500 Kälbern pro Jahr werden die Kosten für ein ET-Kalb auf DM 3212.- geschätzt.

Die ökonomischen Aspekte in Abhängigkeit von der Trächtigkeitsrate und dem Tiefgefrieren der Embryonen werden von HENK-HOOGENKAMP(1978) diskutiert. Den Untersuchungen liegen 5jährige Erfahrungen mit der unblutigen Methode in den Niederlanden zugrunde. Die große Nachfrage nach der Anwendung von ET in den Farmbetrieben des ganzen Landes führt dazu, daß interessierte praktizierende Tierärzte beigezogen werden, die die Untersuchungen der Kühe, sowie deren Behandlung mit PMSG(Pregnant Mares Serum Gonadotropin) und $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$) übernehmen und auch in die Transfermanipulationen eingearbeitet werden. Die Graviditätsrate beträgt 48,1 %.

Von den behandelten Spendern können 63 % am 12. Tag erfolgreich gespült werden. Die Kosten für einen Embryo nach dem Transfer werden auf DM 288.-, die Kosten für eine Gravidität in Abhängigkeit von der Graviditätsrate von 30 % bzw. 60 % auf DM 960.- bzw. DM 480.- geschätzt. Die Kosten des Tiefgefrierens und Auftauens der Embryonen werden kalkuliert und in Abhängigkeit von der Überlebens- und Trächtigkeitsrate dargestellt(Tabelle 1).

Tabelle 1: Schätzung der Kosten (in DM) für frische und tiefgefrorene Embryonen in Abhängigkeit von der Überlebens- und Trächtigkeitsrate (HENK-HOOGEN-KAMP 1978)

	Kosten pro Embryo		Graviditäts- rate	Überlebens- rate	Kosten pro Gravidität	
	abs.	rel.			abs.	rel.
Frisch	288.-	100%	60 %	-	480.-	167 %
			30 %	-	960.-	334 %
Tiefge- froren	326.-	113%	60 %	80 %	678.-	235 %
			30 %	40 %	1630.-	566 %

Nach einer persönlichen Information von D. DYRHOLM von Alberta Livestock Transplants Ltd. (1978) liegt ein kurzer Abriss der kanadischen Verhältnisse vor. Bei unblutiger Spülung und blutigem Transfer in das Empfängertier werden Trächtigkeitsraten von 60 % erreicht. Stellt der Käufer ein Spendertier zur Verfügung, kostet ein gravider Empfänger ca. 1300.- can. Dollar. Hat die Station das Spendertier gestellt, erhöhen sich die Kosten auf 2200.- can. Dollar.

I.WILMUT und A.HUME (1978) analysieren den Wert von ET für die Rinderzucht in Großbritannien. Sie unterstellen für ihre Kostenrechnung, daß pro Spender annähernd 6 Embryonen unblutig gespült werden und bei unblutigem Transfer eine Graviditätsrate um 70 % erreicht wird. Aus der Summe der Kosten

Tabelle 2 : Übersicht der Ergebnisse der Kostenberechnungen

	Spülung	Transfer	Ort des Transfers	Bereitstellung Spender Empfänger	Graviditätsrate	Land	Kosten (Empfänger im Preis enthalten)
Gustafsson (1974)	chir.	chir.	Station	Farmer Station	41 %	USA	2000.- Dollar
Vincent(1978)	unbl.	chir.	Station	Station Station	55 %	USA	3000.- "
Dyrholm (1978)	unbl.	chir.	Station	Farmer Station	60 %	CAN	1294.- "
	unbl.	chir.	Station	Station Station	60 %	CAN	1300.- can. Dollar
	(chir.)						2200.- " "
Empfänger nicht im Preis enthalten							
Vincent(1978)	unbl.	unbl.	Farm	Farmer Farmer	33 %	USA	449.- Dollar
Newcomb (1978)	unbl.	chir.	Farm	Farmer Farmer	70 %	GB	350.- bis 425.- Pfund
	unbl.	chir.	Station	Farmer Farmer	70 %	GB	250.- "
Henk-Hoogenkamp(1978)	unbl.	unbl.	Farm	Farmer Farmer	30 %	NL	960.- DM
	unbl.	unbl.	Farm	Farmer Farmer	60 %	NL	480.- "
Wilmut und Hume(1978)	unbl.	unbl.	Station	Farmer Farmer	70 %	GB	50.- pfund
Kosten für ein ET-Kalb							
Brem et al. (1978)	unbl.	chir.	Station	Station Station	55 %	BRD	3212.- DM

für die Station und für Spender- und Empfängerbehandlung errechnen sie die minimalen Kosten für den Transfer eines Embryos auf 20 Pfund. Unter Einbeziehung der Kosten für die Spenderbereitstellung- oder den Produktionsausfall der Spender bei mehrmaliger Spülung pro Jahr-, der Kosten für die Untersuchungen der Kühe, der Forschungs- und Entwicklungskosten, sowie dem Gewinn der Station schätzen sie, daß ein Züchter für den Transfer eines Embryos 50 Pfund zu bezahlen hätte.

Die Zusammenstellung der Ergebnisse der zitierten Kostenberechnungen (Tabelle 2) offenbart die nicht unerheblichen Unterschiede der geschätzten Kosten für erfolgreichen Transfer eines Embryos.

Diese Unterschiede sind abhängig von der unterschiedlichen Kostensituation in den einzelnen Betrieben und Stationen, von der Art der Kostenberechnung und von der jeweiligen Zielprojektion der Autoren. Deshalb können die einzelnen Endergebnisse nur unzureichend verglichen werden, solange keine Einbeziehung der verwendeten Basisdaten erfolgt. Für die später zu erstellende Kostenanalyse wird ein eigenes Berechnungsmodell vorgelegt, das die Abhängigkeit der Aufwandsberechnungen von den biotechnischen Erfolgsdaten über entsprechende Variablen im Kostenansatz allgemeingültig ermöglichen soll.

2.2. Anwendungsmöglichkeiten von ET und Auswirkungen auf den Zuchtfortschritt

Seit den ersten erfolgreichen Übertragungen von Embryonen werden die züchterischen Anwendungsmöglichkeiten und Erfolgserwartungen diskutiert. Die Erhöhung der Reproduktionsleistung der weiblichen Tiere mittels Embryotransfer hat der Zuchtplanung neue Impulse gegeben. Die wichtigsten Aspekte der Nutzung von ET in Produktion, Züchtung und Forschung sind:

1. Verbesserung des Zuchtfortschritts in Milch- und Mastleistung durch Erhöhung der Selektionsintensität bei Bullenmüttern
2. Steigerung des Zuchtfortschritts in geschlossenen Milchviehherden
3. Erhöhung der Effizienz von Nukleuszuchtprogrammen zur Produktion von Prüfbullen
4. Schnelle Verbreitung exotischer Rassen und seltener positiver Mutationen
5. Erhöhung der Zwillingsrate
6. Schnelle und verbesserte Verwirklichung von Kreuzungszuchtprogrammen bei Milch- und Fleischrassen
7. Nachkommenprüfung bei Kühen und Vollgeschwisterprüfung in Kuhfamilien
8. Verkürzung des Generationsintervalls
9. Geschlechtsbestimmung und -kontrolle
10. Schätzung der maternalen Effekte

11. Erleichterungen bei Im- und Export
12. Entwicklung neuer Forschungsprogramme

2.2.1. Verbesserung des Zuchtfortschritts in Milchleistung

2.2.1.1. Ablauf und Zuchtfortschritt der Besamungszucht- programme beim Deutschen Fleckvieh

Die Besamungszuchtprogramme beim Deutschen Fleckvieh basieren auf der Selektion von geprüften Altbullen.

Programme mit vermehrtem Einsatz von Jungbullen oder größere Lagerhaltung von Bullensperma mit Schlachtung der Bullen werden in dieser Arbeit nicht diskutiert.

Das Bullenprüfprogramm (Abbildung 1) wird seit 1966 systematisch durchgeführt. Die Bullen aus gezielter Paarung werden in sechs Selektionsstufen ausgewählt, bis sie als geprüfte Altbullen im Alter von 5 bis 6 Jahren für den Besamungseinsatz freigegeben werden. Die besten Bullen werden als Bullenväter anerkannt und in gezielten Paarungen zur Produktion von Prüfbullen eingesetzt. Die Selektion der Bullenmütter erfolgt aus der aktiven Zuchtpopulation.

In Abhängigkeit von Populationsgröße und Organisationsstand des Programmes werden dazu nur einige Prozent der Zuchtkühe selektiert.

Im Bayerischen Besamungszuchtprogramm werden aus den Herdbuchkühen per Computer die besten Kühe an Hand der Leistungsdaten ausgewählt und als Bullenmütter gemeldet. Diese Kühe

Abbildung 1: Selektion der Bullen aus gezielter Paarung
im Zuchtprogramm des Deutschen Fleckviehs
(H.MOSER und K.MÜLLER 1976)

Alter der Bullen	Information für den Zuchtwert	Selektionsstufe
	Geburt	1
	Eigenleistungsprüfung	2
1 Jahr	Körung	
	Besamungstauglichkeit	3
	Befruchtungserfolg	
2 Jahre	Geburtsverlauf	4
	Kälberbeurteilung	
3 Jahre	Fleischleistung Söhne	5
	Beurteilung Rinder	
4 Jahre		
5 Jahre	Milchleistung	
	Melkbarkeit	6
	Jungkuhbeurteilung	
6 Jahre		

werden anschließend von Tierzuchtbeamten nach Typ, Form und Euter beurteilt und selektiert und für gezielte Paarung vorgeschlagen. Im Jahr 1978 werden von 322 885 Fleckvieh-Herdbuchkühen 20 340 als Bullenmütter gemeldet. Dies entspricht einer Remontierungsquote von 6.3 %. Nach Exterieurbewertung werden noch 3.7 % für gezielte Paarung vorgeschlagen (K.MÜLLER und G.GRIESSHAMMER 1978). In Großbritannien werden 40 % der Kühe als potentielle Bullenmütter selektiert (Milk Marketing Board 1973-74).

Effizienter wird die Bullenmütterselektion in Skandinavien durchgeführt. H.SKJERVOLD (1974) berichtet, daß nur 2 % der Kühe aus der aktiven Population als Bullenmütter selektiert werden.

Durch die konsequente Durchführung des Prüf- und Besamungsprogrammes wird der in Tabelle 3 angeführte jährliche Zuchtfortschritt erzielt (G.AVERDUNK 1978). Die Selektionsdifferenz nach der Nachkommenprüfung der Besamungsbullen beträgt 300 kg Milch und 13 kg Fett. Auf Grund der Selektionsdifferenz der Elterntiere ist nach AVERDUNK (1978) für die nächsten Jahre ein Selektionserfolg von 40.7 kg Milch und 1.43 kg Fett zu erwarten.

Tabelle 3: Schätzung des genetischen Fortschritts beim
Fleckvieh in verschiedenen Zeiträumen (nach
AVERDUNK 1978).

Zeitraum	Anzahl Vater/ Nachkommen	Milchmenge			Fettmenge		
		P	G	U	P	G	U
1965-1968	80/	32.0			1.6		
1967-1972	271/116882	84.4	38.4	46.0	3.4	1.84	1.56
1967-1974	419/203249	78.5	41.8	36.7	3.2	1.98	1.22

P = Phänotypischer Fortschritt pro Jahr

G = Genetischer Fortschritt pro Jahr

U = Umweltbedingter Fortschritt pro Jahr

2.2.1.2. Steigerung des Zuchtfortschritts in Milchleistung durch Einsatz von ET

Der Einsatz von ET ist nur in einem straff organisierten Zuchtprogramm zu empfehlen. In suboptimalen Zuchtprogrammen ist es weit sinnvoller, erst einmal durch die Verbesserung des Programms einen höheren Stand zu erreichen, da die Anwendung von ET einen hohen Einsatz von Kapital und know-how erfordert. Nur ein hochqualifiziertes Team aus Zuchtleitung und technischem Personal kann in Zusammenarbeit mit aufgeschlossenen, fachkundigen und interessierten Tierbesitzern ein ET-Programm erfolgreich durchführen.

Für die praktische Anwendung sollte die Biotechnik einen Stand erreicht haben, der es ermöglicht, die Embryonen mit gutem Erfolg unblutig zu gewinnen und zu übertragen. Der erfolgreiche Einsatz von ET ist möglich, wenn 80 % der stimulierten Tiere positiv reagieren, 8 Embryonen pro Spülung gewonnen werden (80 % übertragbar) und die Graviditätsrate bei unblutigem Transfer 70 % beträgt.

Sämtliche Manipulationen am Tier müssen im Stall des Tierbesitzers durchführbar sein. Die Datenerfassung und -kommunikation zwischen Tierbesitzer, Techniker und Zuchtleitung muss reibungslos, vollständig und weitgehend fehlerfrei funktionieren.

Die Möglichkeit der Anwendung von Embryotransfer zur Steigerung der Selektionsintensität der Bullenmütter wurde von einigen Autoren diskutiert, u.a. SKJERVOLD (1974), VISSAC (1974), HANSEN und NEIMANN-SÖRENSEN (1974), CUNNINGHAM (1974b, 1976b, 1977), LAND und HILL (1975), ELSEN und MOQUOT (1976), HANSEN (1976), HILL und LAND (1976), CHURCH und SHEA (1977), KRÄUSSLICH (1976, 1978), PIRCHNER und DEMPFFLE (1977) und PETERSEN (1978).

Einige Ergebnisse dieser Modellrechnungen werden nachfolgend angesprochen.

2.2.1.2.1. Einsatz von ET in Besamungszuchtprogrammen

H.SKJERVOLD (1974) senkt die Remontierungsquote der Bullenmütter von 2% auf 0.4%. Er schätzt die Steigerung des Selektionserfolgs auf dem Pfad Mutter-Sohn durch die Verminderung der Anzahl der Bullenmütter auf 20%. Da der Bullenmütterpfad etwa ein Viertel zum gesamten genetischen Fortschritt beiträgt, steigt der Zuchterfolg insgesamt um etwa 5% an. Dabei verändert sich der Inzuchtkoeffizient nicht, da von jeder Kuh nur ein Sohn selektiert wird.

Auch R.B.LAND und W.G.HILL (1975) gehen bei ihrer Berechnung vom Norwegischen Bullenzuchtprogramm aus. Werden statt 2% nur 1% bzw. $1/3\%$ der Kühe als Bullenmütter selektiert, so steigt der jährliche Zuchtfortschritt auf dem Pfad Mutter-Sohn im Verhältnis 100:110:125. Dies entspricht einer Zunahme des Selektionserfolgs in der Gesamtpopulation zwischen 2.5% und 6%.

E.P.CUNNINGHAM (1976b) ermittelt etwas höhere Ergebnisse (Tabelle 4). Bei Verwendung von 3% Bullenmüttern im Ausgangsprogramm, einer Steigerung der Reproduktionsrate durch ET auf das 10-fache und einem Bullenmütteranteil von 25% steigt der genetische Fortschritt um 9%.

F.PIRCHNER und L.DEMPFFLE (1977) erstellen ein Modell, in dem züchterische Auswirkungen von ET auf die Milchrinderzucht untersucht werden.

Tabelle 4: Auswirkungen des ET auf den genetischen Fortschritt
der Bullenmütter (CUNNINGHAM 1976b)

Selektionsschärfe für BM in Programmen ohne ET	Relativer phänotypischer Wert bei ... Kälbern je BM und Jahr			
	1	5	10	15
5%	100	131	141	147
3%	100	127	136	141
1%	100	117	125	125

Sie prüfen unter anderem folgende Varianten:

1. Erhöhung der Reproduktionsrate auf das 4- bzw. 80-fache pro Jahr durch Einsatz von ET
2. Anwendung von ET nur bei Bullenmüttern bzw. in der gesamten Population

Die Ergebnisse der Modellberechnungen sind in Tabelle 5 zusammengefaßt.

Durch die Anwendung von ET auf dem Pfad Mutter-Sohn kann bei Produktion von 4 bis 10 Kälbern pro Jahr und Spenderkuh eine Steigerung des Zuchtfortschritts um 5% bis 10% erzielt werden. Bei Übertragung von 80 Embryonen pro Spenderkuh würde der Zuchterfolg um etwa 17% steigen. Diese gewaltige Erhöhung der Reproduktionsrate kann derzeit bei fortgesetzter Stimulation der Spender noch nicht erreicht werden.

Tabelle 5: Genetischer Fortschritt im Merkmal Milchleistung (F.PIRCHNER und L.DEMPFLÉ 1977)

$$h^2 = 0.25 \quad \text{Erstkalbealter 2.5 Jahre}$$

Töchterzahl je Bulle $n = 50$

1/3 der Kühe wird mit Testbullen besamt

Bullen:

BB Remonte 5%; $i = 2.06$; $\rho = 0.88$; $t = 7$ Jahre

BK " 20%; $i = 0.93$; $\rho = 0.88$; $t = 5.3$ Jahre

Kühe:

	KK				KB				ΔG	Steigerung in Prozent
	Re%	i	ρ	t	Re%	i	ρ	t	$\frac{\Delta t \sigma_A}{\sigma_A}$	
Konv	80	0.35	0.5	4.0	3	2.27	0.5	5.0	0.185	-
A 1	80	0.35	0.5	4.0	0.75	2.76	0.5	5.0	0.196	6
A 2	80	0.35	0.5	4.0	0.04	3.61	0.5	5.0	0.216	17
B 1	20	1.4	0.5	4.0	0.75	2.76	0.5	5.0	0.221	19
B 2	1	2.66	0.5	4.0	0.04	3.61	0.5	5.0	0.271	46

A 1 = Anwendung in Nukleusherde, 4 Embryonen erfolgreich übertragen

A 2 = " " , 80 " " "

B 1 = " in der Population, 4 " " "

B 2 = " " 80 " " "

Re% = Remontierungsprozentsatz

i = Selektionsintensität

ρ = Genauigkeit der Zuchtwertschätzung

t = Generationsintervall

σ_A = Additiv genetische Standardabweichung

G = Genetischer Zuchtfortschritt

P.H.PETERSEN (1978) vergleicht einige Arbeiten, die die Auswirkungen von ET auf die Elitekuhselektion behandeln (Tabelle 6). Die unterschiedlichen Ergebnisse in der Steigerung des gesamten genetischen Fortschritts werden erreicht, weil die Selektionsschärfe im ursprünglichen Programm und die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung verschieden sind.

Tabelle 6: Genetischer Fortschritt bei Verzehnfachung der Anzahl der Söhne pro Elitekuh bei verschiedenen Ausgangssituationen (P.H.PETERSEN 1978)

	Aktive Population	Remontierung der Bullenmütter nach Milchmenge %	r_{IA}	Steigerung des genetischen Fortschritts	
				Mutter-Sohn %	Gesamt %
Cunningham (1976)	-	3	-	36	8
Jandrain (1977)	9600	3.3	0.45	35	14
Petersen/ Hansen (1977)	31500	12.7	0.60	48	13

Der Zuchtfortschritt wird auf vier Pfaden weitergegeben.
 J.M.RENDEL und A.ROBERTSON (1950) haben eine Formel für
 die Schätzung des Selektionserfolges je Zeiteinheit in
 geschlossenen Populationen entwickelt:

$$\frac{SE}{t} = \frac{SE_{BB} + SE_{BK} + SE_{KB} + SE_{KK}}{T_{BB} + T_{BK} + T_{KB} + T_{KK}}$$

$\frac{SE}{t}$ = Selektionserfolg pro Jahr

BB = Bullenvater

BK = Bullenmutter

KB = Kuhvater

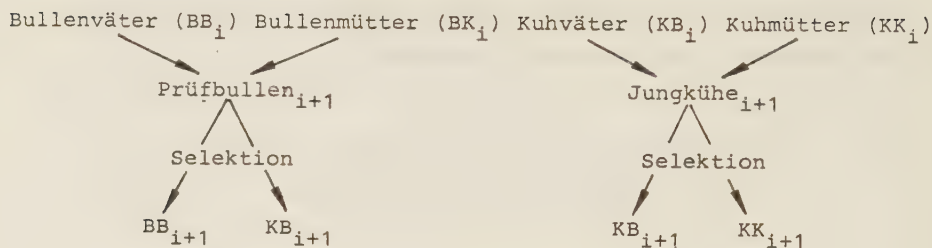
KK = Kuhmutter

T = Generationsintervall

Abbildung 2 zeigt die Übertragung des Zuchtfortschritts auf
 den Pfaden Bullenväter, Bullenmütter, Kuhväter und Kuhmütter
 auf die nachfolgende Generation. H.SKJERVOLD (1966) errechnet,
 daß unter optimalen Bedingungen in einem Besamungszuchtpro-
 gramm 46% des Zuchterfolges vom Bullenväterpfad getragen wer-
 den; Kuhväter und Bullenmütter sind zu gleichen Teilen mit
 24%, Kuhmütter mit 6% beteiligt.

Durch Einsatz von ET können die Selektionsintensitäten auf
 dem Pfad Mutter-Sohn und Mutter-Tochter erhöht werden. Auf
 Grund des höheren Anteils am Zuchtfortschritt konzentriert
 sich zur Zeit der Einsatz von ET auf den Bullenmütterpfad.

Abbildung 2: Übertragung des Zuchtfortschritts



Die Steigerung des Zuchtfortschritts pro Jahr ist abhängig von der Vermehrungsrate und der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung. In Tabelle 7 sind die absoluten und relativen Werte für die Steigerung des Zuchtfortschritts pro Jahr und Standardeinheit zusammengestellt. Es zeigt sich, daß der Einfluß der Erhöhung der Vermehrungsrate und der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung um so größer ist, je größer der Remontierungsprozentsatz in der Ausgangspopulation ist. Werden in der Ausgangspopulation 2 % der Kühe als Bullenmütter selektiert, so steigt der Zuchtfortschritt bei Erhöhung der Vermehrungsrate auf das 8-fache und bei einer Genauigkeit der Zuchtwertschätzung von 0.5 um insgesamt 8.5 % . Werden dagegen in der Ausgangspopulation 15 % der Kühe selektiert, so erbringt der Einsatz von ET 12.4 % Steigerung. Ist die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung 0.3, so beträgt die Steigerung in den beiden Fällen nur 5.8 % bzw. 8.2 % .

Tabelle 7 : Steigerung des Zuchtfortschritts durch Erhöhung der Vermehrungsrate auf dem Pfad Mutter-Sohn durch Einsatz von ET in Abhängigkeit von der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung und dem Re-montierungsprozentsatz in der Ausgangspopulation.

Re%AP	r _{IA}	Bullenkälber pro Kuh und Jahr							
		0.5		1		2		4	
		abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
1	0.3	0.1693	100.0	0.1725	101.9	0.1755	103.7	0.1783	105.3
	0.4	0.1818	100.0	0.1861	102.3	0.1900	104.5	0.1938	106.6
	0.5	0.1943	100.0	0.1996	102.7	0.2046	105.3	0.2093	107.7
2	0.3	0.1658	100.0	0.1693	102.1	0.1725	104.0	0.1755	105.8
	0.4	0.1772	100.0	0.1818	102.6	0.1861	105.0	0.1900	107.2
	0.5	0.1886	100.0	0.1943	103.0	0.1996	105.9	0.2046	108.5
3	0.3	0.1637	100.0	0.1673	102.2	0.1706	104.2	0.1737	106.1
	0.4	0.1743	100.0	0.1792	102.8	0.1836	105.3	0.1877	107.7
	0.5	0.1850	100.0	0.1910	103.3	0.1966	106.3	0.2017	109.1
4	0.3	0.1621	100.0	0.1658	102.3	0.1693	104.4	0.1725	106.4
	0.4	0.1722	100.0	0.1772	102.9	0.1818	105.6	0.1861	108.0
	0.5	0.1823	100.0	0.1886	103.4	0.1943	106.6	0.1996	109.5
5	0.3	0.1608	100.0	0.1647	102.4	0.1673	104.0	0.1715	106.6
	0.4	0.1705	100.0	0.1757	103.0	0.1792	105.1	0.1847	108.3
	0.5	0.1802	100.0	0.1866	103.6	0.1910	106.0	0.1979	109.9
7	0.3	0.1588	100.0	0.1628	102.6	0.1665	104.9	0.1699	107.0
	0.4	0.1678	100.0	0.1732	103.2	0.1781	106.2	0.1826	108.9
	0.5	0.1768	100.0	0.1836	103.9	0.1897	107.3	0.1954	110.5
10	0.3	0.1565	100.0	0.1608	102.8	0.1647	105.2	0.1682	107.5
	0.4	0.1647	100.0	0.1705	103.5	0.1757	106.6	0.1804	109.5
	0.5	0.1729	100.0	0.1802	104.2	0.1866	107.9	0.1925	111.3
15	0.3	0.1536	100.0	0.1583	103.1	0.1625	105.7	0.1662	108.2
	0.4	0.1609	100.0	0.1672	103.9	0.1727	107.3	0.1777	110.4
	0.5	0.1682	100.0	0.1760	104.6	0.1829	108.7	0.1891	112.4
20	0.3	0.1515	100.0	0.1565	103.3	0.1608	106.2	0.1647	108.7
	0.4	0.1580	100.0	0.1647	104.2	0.1705	107.9	0.1757	111.1
	0.5	0.1646	100.0	0.1729	105.1	0.1802	109.5	0.1866	113.4
30	0.3	0.1481	100.0	0.1536	103.7	0.1583	106.9	0.1625	109.7
	0.4	0.1535	100.0	0.1609	104.8	0.1672	108.9	0.1727	112.5
	0.5	0.1590	100.0	0.1682	105.8	0.1760	110.7	0.1829	115.1

Tabelle 8: Steigerung des Zuchtfortschritts durch Erhöhung der Vermehrungsrate und Verringerung des Generationsintervalls im Bullenmütterpfad von 5 auf 4 Jahre.

Re%AP	r _{IA}	Bullenkälber pro Kuh und Jahr							
		0.5		1		2		4	
		abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
1	0.3	0.1776	104.9	0.1810	106.9	0.1841	108.8	0.1871	110.5
	0.4	0.1907	104.9	0.1952	107.4	0.1994	109.7	0.2034	111.9
	0.5	0.2039	104.9	0.2095	107.8	0.2147	110.5	0.2196	113.0
2	0.3	0.1740	104.9	0.1776	107.1	0.1810	109.1	0.1841	111.0
	0.4	0.1859	104.9	0.1907	107.6	0.1952	110.2	0.1994	112.5
	0.5	0.1979	104.9	0.2039	108.1	0.2095	111.1	0.2147	113.8
3	0.3	0.1718	104.9	0.1756	107.2	0.1790	109.4	0.1823	111.4
	0.4	0.1829	104.9	0.1880	107.8	0.1926	110.5	0.1970	113.0
	0.5	0.1941	104.9	0.2004	108.3	0.2062	111.5	0.2117	114.4
4	0.3	0.1701	104.9	0.1740	107.4	0.1776	109.6	0.1810	111.7
	0.4	0.1807	104.9	0.1859	108.0	0.1907	110.8	0.1952	113.4
	0.5	0.1913	104.9	0.1979	108.5	0.2039	111.8	0.2095	114.9
5	0.3	0.1687	104.9	0.1728	107.5	0.1756	109.2	0.1799	111.9
	0.4	0.1789	104.9	0.1843	108.1	0.1880	110.3	0.1938	113.7
	0.5	0.1890	104.9	0.1958	108.7	0.2004	111.2	0.2077	115.3
7	0.3	0.1666	104.9	0.1709	107.6	0.1747	110.1	0.1783	112.3
	0.4	0.1760	104.9	0.1817	108.3	0.1869	111.4	0.1916	114.2
	0.5	0.1855	104.9	0.1926	109.0	0.1991	112.6	0.2050	116.0
10	0.3	0.1642	104.9	0.1687	107.8	0.1728	110.4	0.1765	112.8
	0.4	0.1728	104.9	0.1789	108.6	0.1843	111.9	0.1893	114.9
	0.5	0.1815	104.9	0.1890	109.3	0.1958	113.2	0.2020	116.8
15	0.3	0.1612	104.9	0.1661	108.1	0.1705	110.9	0.1744	113.5
	0.4	0.1689	104.9	0.1754	109.0	0.1812	112.6	0.1864	115.8
	0.5	0.1765	104.9	0.1847	109.8	0.1919	114.1	0.1985	118.0
20	0.3	0.1589	104.9	0.1642	108.4	0.1687	111.4	0.1728	114.1
	0.4	0.1658	104.9	0.1728	109.4	0.1789	113.2	0.1843	116.6
	0.5	0.1727	104.9	0.1815	110.2	0.1890	114.8	0.1958	119.0
30	0.3	0.1554	104.9	0.1612	108.9	0.1661	112.2	0.1705	115.1
	0.4	0.1611	104.9	0.1689	110.0	0.1754	114.3	0.1812	118.0
	0.5	0.1668	104.9	0.1765	111.0	0.1847	116.2	0.1919	120.7

Durch den Einsatz von ET kann das Generationsintervall verringert werden, da von den ausgewählten Bullenmüttern durch die Erhöhung der Vermehrungsrate tatsächlich ein Bullenkalb pro Jahr gewonnen werden kann. Durch die Verminderung des Generationsintervalls der Bullenmütter von 5 auf 4 Jahre kann der Zuchtfortschritt bei einer Remontierungsquote von 2 % und einer 8-fachen Vermehrungsrate (bei $r_{IA} = 0.5$) um insgesamt 13.8 % gesteigert werden (Tabelle 8). Werden in der Ausgangspopulation 15 % der Kühe als Bullenmütter selektiert, beträgt die Steigerung 18 % .

Den Berechnungen in Tabelle 7 und 8 liegt folgende Ausgangspopulation zugrunde :

	r_{IA}	i	T
BB	0.88	2.06	7
BK	0.88	0.93	5.3
KK	0.5	0.35	4
BK			5

2.2.1.2.2. Einsatz von ET in Milchviehherden

Durch Anwendung von ET in Milchviehherden wird der Pfad Mutter-Tochter beeinflusst. E.P.CUNNINGHAM(1976) vergleicht die genetische Überlegenheit der Nachkommen im konventionellen System und in ET-Programmen. Werden 59% der Kühe zur Erzeugung der weiblichen Nachzucht benötigt, so haben die Nachkommen bei ausschließlicher Selektion auf Milchleistung eine genetische Überlegenheit

von etwa 2.15%. Bei 2- bzw. 10-facher Nachkommenanzahl pro Kuh kann die genetische Überlegenheit auf 3.8% bzw. 6.1% gesteigert werden.

Wird die Anwendung des ET auf die gesamte Population der Milchrinder ausgedehnt (Tabelle 5), so steigt bei einer Vierfachung der Nachkommenzahl der gesamte genetische Fortschritt um 20%. Bei 80 Nachkommen pro Kuh kann der Zuchtfortschritt in der Population um 46% gesteigert werden. (PIRCHNER und DEMPFLÉ 1977).

P.H.PETERSEN (1978) diskutiert die Anwendung des ET in einer 100-Kuh-Herde. 80% der Kühe sind als Spender geeignet, pro Spender werden 3 Embryonen gewonnen, die Graviditätsrate beträgt bei unblutigem Transfer 25% (GREVE und LEHN-JENSEN 1977). Die durchschnittliche Überlegenheit der ET-Kälber gegenüber dem konventionellen Programm beträgt $0.12 r_{IA} \sigma_A$ -Einheiten. (Tabelle 9).

H.KRÄUSSLICH (1978) erörtert eine zukünftige produktionstechnische Nutzung von ET in einer 100-Kuhherde unter der Annahme, daß die Graviditätsrate bei unblutigem Transfer 50 % beträgt, 4 Embryonen pro Spender übertragen werden und Geschlechtsbestimmung praktiziert wird. Die 20 Spender werden mit Spitzenbulln der eigenen Rasse besamt, 2/3 der übrigen Besamungen erfolgen mit Fleischbulln. Das Geschlechtsverhältnis beträgt 1:0.89, 18 % mehr Kälber werden geboren.

Tabelle 9: Einfluß der Zahl der gewonnenen Embryonen und der Graviditätsrate auf die genetische Überlegenheit der Nachkommen in einer 100-Kuhherde (P.H.PETERSEN 1978)

Embryonen pro Spender	Graviditätsrate	Anzahl Spender	Anzahl Embryonen	Produzierte ET-Kälber	Genetische Überlegenheit der zu-sätzlichen Nachkommen	
					in I_0, I_{IA}, I_A -Einheiten	in Milch (kg) (KRÄUSSLICH 1978)
3	25	25	75	19	0.12	21
3	50	25	75	38	0.24	42
6	25	17	102	21	0.15	26
6	50	17	102	43	0.31	54

40 bis 50 kg Milch wird als zusätzlicher Zuchtfortschritt erwartet (Tabelle 9).

2.2.2. Verbesserung von Milch- und Fleischleistung

Zweinutzungsrasen werden nach Milch- und Fleischleistungseigenschaften selektiert. Der Selektionserfolg pro Merkmal ist geringer als bei Selektion nach einer Nutzungsrichtung. H.KRÄUSSLICH (1976) errechnet für ein ET-Programm den genetischen Fortschritt pro Jahr. Der Remontierungsprozentsatz der Bullenmütter beträgt im konventionellen Schema 1.3 %, im ET-Modell 0.2 %. Der Berechnung liegen folgende Parameter zugrunde : $h^2_{\text{Milch}} = 0.25$; $h^2_{\text{MEG}} = 0.40$;
 $\sigma_p \text{ Milch} = 700 \text{ kg}$; $\sigma_p \text{ MEG} = 45 \text{ kg}$.

In einem Zuchtschema, in dem nach der Eigenleistungsprüfung im Verhältnis 1:5 selektiert wird, erbringt das ET-Programm einen zusätzlichen genetischen Fortschritt von 5.5 kg pro Jahr in Milch und 0.23 kg pro Jahr in MEG (Mastendgewicht). Die relative Verbesserung beträgt etwa 14 % gegenüber dem konventionellen Programm.

F.PIRCHNER und L.DEMPFLÉ (1977) errechnen, daß bei Berücksichtigung von einer Milch- und einer Fleischeigenschaft mit gleicher Bedeutung, derzeit Steigerungen in der Größe von 5 % möglich wären. Die Berechnung basiert auf den Populationsparametern von Tabelle 5 und geht davon aus, daß

der Transfer nur bei Bullenmüttern eingesetzt wird und daß pro Spülung 4 Embryonen übertragen werden. Bei Ausdehnung auf die gesamte Population lassen sich Steigerungen in Höhe von 20 % erwarten.

2.2.3. Verbesserung der Fleischleistung

H.SKJERVOLD (1974) diskutiert den Einsatz von Nachkommenprüfung bei Fleischrassen. Nach der Feldprüfung werden Kalbinnen vorselektiert, so daß etwa 1/3 als Spender in das Programm übernommen werden. Durch Schlachtung der Nachkommen wird die Schlachtkörperqualität bestimmt. Da die Nachkommen bereits mit einem Alter von 1 Jahr geschlachtet werden können, wird das Generationsintervall der Elterntiere nur wenig verlängert. Deshalb könnte ein Ansteigen des Zuchterfolges um 20% bis 25% möglich sein.

Die Auswirkungen der Selektion nach Eigenleistung vor dem Erreichen des Fortpflanzungsalters in einem ET-Programm werden von W.G.HILL und R.B.LAND (1975) erörtert. Mit einem Jahr werden die Kalbinnen selektiert, stimuliert, mit selektierten Jungbullen gepaart, gespült und die Embryonen werden auf Empfängertiere übertragen. Das Generationsintervall beträgt 2-2.5 Jahre. Der Zuchtfortschritt im 400-Tage-Gewicht steigt von 9 kg auf 16 kg pro Jahr an.

F.PIRCHNER und L.DEMPFFLE (1977) ermitteln den Zuchtfortschritt in einer Fleischschinderzuchtherde von 2000 Tieren, wenn alle Nachkommen auf Zuwachs getestet werden (Eigenleistung). Bei einer Heritabilität von 0.36, einem Erstkalberalter von 2 Jahren und einem Remontierungsprozentsatz von 0.5 % bei den Bullen, wird bei einer Senkung des Remontierungsprozentsatzes von 100 % auf 66 % durch ET eine Steigerung des Zuchtfortschritts in Fleischleistung von 33 % erreicht.

2.2.4. Erhöhung der Zwillingsrate

2.2.4.1. Übertragung von zwei Embryonen

Die Übertragung von zwei Embryonen in ein Uterushorn zur Erzeugung einer Zwillingsgravidität erbringt zwar hohe Graviditätsraten, aber die Zwillingsrate ist sehr gering.

L.E.A.ROWSON u.a. (1971) vergleichen die Ergebnisse bei Übertragung von 2 Embryonen in ein bzw. beide Uterushörner. Die Gruppen bestehen aus jeweils 11 Kalbinnen. Bei Übertragung von 2 Embryonen in ein Uterushorn beträgt die Graviditätsrate bei Schlachtung nach 60 Tagen 73 %, aber nur 45 % der Empfänger haben Zwillinge. Werden die 2 Embryonen in beide Uterushörner übertragen, beträgt die Graviditätsrate bei Schlachtung nach 90 Tagen 72 % und die Zwillingsrate 73 %.

J.M.SREENAN u.a.(1974a) berichten bei blutigem bilateralem Transfer von 2 Embryonen in einer Empfängergruppe von 72 Kalbinnen eine Graviditätsrate von 82 %. Von den graviden Empfängern haben 74.1 % Zwillingsgraviditäten. Die Gesamtüberlebensrate der übertragenen Embryonen ist somit 71 %. Einige Erfolgsquoten bei blutigem Transfer von zwei Embryonen in beide Uterushörner sind in Tabelle 10 zusammengefaßt. Durchschnittlich werden 77 % Graviditätsrate, 67 % Zwillingsrate bei den graviden Empfängern und 65 % Überlebensrate der übertragenen Embryonen erreicht. Bei Transfer von 2 Embryonen in ein Uterushorn werden niedrigere Zwillingsraten beobachtet (L.E.A.ROWSON u.a. 1969,1970,1971).

Tabelle 10 : Erfolgsquoten bei Übertragung von 2 Embryonen

Autor	Graviditätsrate bei bilateralem Transfer %	Zwillingsrate der graviden Empfänger %	Überlebensrate der Embryonen %
L.E.A.ROWSON u.s. (1970)	72	73	62.3
J.M.SREENAN u.a. (1974)	82.0	74.1	74.1
J.M.SREENAN u.BEEHAN (1974)	87.0	68.4	73.3
J.M.SREENAN u.a. (1975)	70.9	66.6	59.1
ANDERSON u.a. (1976)	75.0	52.8	57.3

2.2.4.2. Verbesserung der genetisch bedingten Zwillingshäufigkeit

Die Zwillingshäufigkeit hat eine sehr niedrige Heritabilität von 4 % und eine Wiederholbarkeit von 6 % . Durch Laparoskopie werden bei Tieren, die bereits Zwillingsgeburten hatten, einige nicht induzierte Ovulationen beobachtet. Tiere mit mehreren Doppelovulationen werden in das ET-Programm aufgenommen. Beträgt die Zwillingsrate in der Ausgangspopulation 4 %, so kann diese Rate nach Schätzungen von R.B.LAND und W.G.HILL(1975) durch Einsatz von ET jährlich um 1/2 % angehoben werden. Ist in der Ausgangspopulation eine Zwillingsrate von 16 % erreicht, steigt diese Häufigkeit durch Einsatz von ET um etwas mehr als 1 % pro Jahr.

2.2.5. Einsatz von ET in Nukleuszuchtprogrammen

2.2.5.1. Konventionelle Nukleuszuchtssysteme

Nukleuszuchtssysteme werden in der intensiven Pflanzen- und Kleintierzucht seit längerer Zeit mit Erfolg durchgeführt (P.JONSSON 1965; G.A.CLAYTON 1974).

Das Grundprinzip eines NZP (Nukleuszuchtprogramm) ist die Produktion von Vartieren in einer kleinen Eliteherde. H.KRÄUSSLICH (1972) weist erstmals auf die Möglichkeiten der Anwendung von NZP in der Rinderzucht hin.

C.J.M.HINKS (1977) entwickelt Zuchtprogramme mit Nukleusherden bei Milchherden. Ein NZP besteht aus 3 verschiedenen Herdengruppen: den Zuliefererherden, den Testherden und den Tiergruppen in der Nukleusherde. Die Zuliefererherden liefern die Testtiere für die Testherden. Die Testherden dienen der Prüfung und Selektion von Besamungsbullen. Die besten geprüften Bullen werden im Nukleus als Bullenväter eingesetzt. Zusätzlich werden die besten Kühe aus den Testherden in den Nukleus übernommen. Die effektive Zucht- und Selektionsarbeit erfolgt in der Nukleusherde. Die Zahl der in den drei Einheiten erforderlichen Tiere wird bestimmt durch die Zahl der pro Jahr zu prüfenden Jungbullen, die gewünschte Anzahl Töchter pro Prüfbulle und die Zahl der zur Produktion einer Testtochter benötigten Kühe. Stehen $\frac{1}{4}$ der Kälber aus Test- und Zuliefererherden als Testtöchter zur Verfügung, so müssen zur Prüfung von 20 Jungbullen (100 000 Erstbesamungen) bei Nachkommenprüfung mit 30 Töchtern in den Testherden 600 Kühe und in den Zuliefererbetrieben 1800 Kühe vorhanden sein. Im Nukleus sind 120 Bullenmütter erforderlich.

Im konventionellen Programm wären 6000 Kühe erforderlich, da bis zum Abschluß der 1. Laktation der Testtöchter mehr Tiere ausfallen und pro Bulle mehr Prüftöchter benötigt werden. Weiterhin müssen 600 Bullenmütter zur Verfügung stehen.

2.2.5.2. Einsatz von ET in Nukleuszuchtssystemen

H.KRÄUSSLICH (1978) diskutiert den Einsatz von ET in NZP. Die Zahl der in der Nukleuseinheit zu haltenden Bullenmütter könnte durch ET um mindestens 50 % verringert werden. Dies würde den Aufbau und die Organisation des Nukleusystems erleichtern. Die Kostensenkung durch die geringere Anzahl an Bullenmüttern wird allerdings durch die zusätzlich anfallenden ET-Kosten vermindert. Außerdem wird durch die Anwendung von ET die Remontierungsquote der Bullenmütter gesenkt. Dies erhöht den Selektionserfolg im Nukleus um 20 % . Im bayerischen Besamungszuchtprogramm würde der Zuchtwert der im Nukleus geborenen Kälber in der ersten Generation um 313 kg Milch über dem Populationsdurchschnitt und 92 kg über dem Zuchtwert der Bullenkälber aus gezielter Paarung liegen. Diese Differenzen werden in den nächsten Generationen absolut gesehen zwar größer, aber die relative Differenz verringert sich.

2.3. Erfolgsquoten

In Tabelle 11 sind einige der bislang veröffentlichten Erfolgsquoten zusammengestellt. Um einen größeren Überblick über die derzeit erreichbaren Erfolgsquoten zu geben, wird die Tabelle mit einigen Werten ergänzt, die nicht besonders erläutert werden.

C.POLGE und L.E.A.ROWSON (1974) berichten über ihre Erfahrungen mit Synchronisation, Superovulation, Gewinnung, Lagerung und Transfer von Embryonen. Zur Brunstsynchronisation erhalten die Empfänger eine intramuskuläre Injektion eines synthetischen Analogs (ICI 80 996) von $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$). Bezeichnet man den Tag der natürlichen Brunst als Tag 0 des Zyklus, so ist eine Injektion während der ersten vier Zyklustage nicht erfolgreich. Die besten Superovulationsergebnisse werden erzielt, wenn den Spendern zwischen dem 9. und 11. Zyklustag 2000 bis 3000 I.E. PMSG (Pregnant Mares Serum Gonadotropin) intramuskulär injiziert werden. Zwei Tage danach erhalten sie eine $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Injektion. Bei chirurgischer Spülung bis Tag 4 werden 5.3 und bis Tag 8 noch 2.8 Embryonen gewonnen.

B.GUSTAFSSON (1974) gibt einen Überblick über die Erfolgsquoten der ET-Organisationen in Nordamerika. Im Durchschnitt reagieren 73.5 % der Tiere auf Superovulation, 6.0 Embryonen werden pro Zyklus chirurgisch gewonnen, 65.5 % sind übertragbar und 41 % der chirurgisch übertragenen Embryonen führen zu

Tabelle 11: Erfolgsquoten

Autor	Anzahl der Tiere	Super ovulation positiv	gewonnene Embryonen Anzahl	Embryonen Übertragbar %	Gravidi- tätsrate %
C.Polge und	-	-	2.8 ch	-	-
L.E.A. ROWSON (1974)	-				
B.GUSTAFSSON (1974)	635	73.5	6.0 ch	65.5	41 ch
R.CHURCH und	281	83.2	10.34ch	79.6	55 ch
B.SHEA (1976)					
A.M.ALEXANDER u.a. (1976)	15	-	6.8 ub	-	-
R.NEWCOMB u.a.(1977)	21	-	7.6 ub	-	59 ch
T.GREVE (1977)	39		4.1 ub	-	-
W.W.LAMPETER (1977)	42	83.7	6.7 ub	59	37 ch
G.BAUMGÄRTNER u.a. (1977)	20	-	4.8 ub	-	-
W.W.LAMPETER (1979)	108	-	5.4 ub	-	70 ch
T.GREVE und H.LEHN- -HANSEN (1979)	-	70.4	6.0 ub	60	50 ch
T.GREVE (1976)	25	-	-	-	32 ub
J.HAHN und	-	-	-	-	24 ub
R.HAHN (1976)					
Y.HEYMANN u.a.(1977)	37	-	-	-	51 ub
A.BRAND u.a.(1977)	32	-	4.9 ub	-	37 ub
J.HAHN u.a. (1977)	27	-	-	-	63 ub
T.GREVE (1977)	29	-	6.3 ub	-	30 ub
HENK-HOOGINKAMP (1978)	232	81	6.5 ub	77	50 ub
A.O.TROUSON u.a. (1978)	15	-	-	-	40 ub
A.ROSELIUS (1978)	94	-	5.7 ub	-	49 ub
J.M.SREENAN (1978)	15	-	2.1 ub	-	60 ub
R.NEWCOMB (1978)	21	50	7.6 ub	-	40 ub
J.HAHN (1978)	68	-	5.6 ub	-	53 ub
W.W.LAMPETER (1979)	11	65	5.3 ub	75	40 ub

ub = unblutige Verfahren der Gewinnung und für Transfer

ch = chirurgische

"

"

"

einer Gravidität. Die Daten stammen von 635 erfolgreichen Transfers in 7 verschiedenen Stationen.

R.B.CHURCH und B.SHEA (1976) fassen die Ergebnisse bei Alberta Livestock Transplants in den Jahren 1971 bis 1975 zusammen. Im letzten Versuchsjahr werden von 281 akzeptierten Spendern 234 erfolgreich gespült. Durchschnittlich werden 10.34 (0-44) Embryonen gewonnen. Davon werden 8.23 chirurgisch übertragen. Pro erfolgreichem Spender werden 4.53 Empfänger am Tag 90 nach Transfer als gravid palpiert.

W.W.LAMPETER (1977) veröffentlicht die Ergebnisse von 1977 aus der ET-Station in Schleißheim. 16.3% von den 54 stimulierten Färsen und Kühen reagieren mit weniger als 4 C.l. oder überhaupt nicht auf Behandlung. Pro positiver Stimulierung werden 6.7 Embryonen unblutig ausgespült. Die 59% als übertragbar selektierten Embryonen werden chirurgisch übertragen und führen in 36.8% zu einer 90-Tage Gravidität. Im Jahre 1978 werden pro unblutiger Spülung 5.3 Embryonen gewonnen, von denen 75% übertragbar sind. Bei chirurgischem Transfer beträgt die Graviditätsrate 70%. Die Daten basieren auf einem Tiermaterial von 108 Spendertieren (LAMPETER 1979).

J.HAHN und R.HAHN (1976) berichten über den unblutigen Transfer von Embryonen. Die Übertragung von 42 Embryonen im Alter von 4 bis 6 Tagen führt zu 10 Graviditäten. Für die verschiedenen Entwicklungsstadien schwankt die Graviditätsrate zwischen 9% und 13%.

R.NEWCOMB (1978) stellt fest, daß die Injektion von 1500 bis 3000 IE PMSG bei 50% der behandelten, nicht laktierenden Kalbinnen und Kühe nur bis zu 3 Ovulationen stimuliert. Bei unblutiger Spülung von Kalbinnen werden 7.6 Embryonen ausgespült. Die unblutige Übertragung von 9 Tage alten Embryonen führt zu einer Graviditätsrate von 59%, mit 7 Tage alten Embryonen erreicht man nur 40%. Mit tiefgefrorenen Embryonen erreicht eine kommerzielle Organisation eine Graviditätsrate von 50%.

HENK-HOOGENKAMP (1978) berichtet über Erfahrungen mit Tiefgefrieren und unblutigem Transfer an der Universität in Utrecht. Die Manipulationen am Tier werden im Betrieb des Besitzers durchgeführt. Die Stimulierung (232 Tiere) ist in 81% erfolgreich; 63% der behandelten Tiere können erfolgreich gespült werden. Von den 6.5 gewonnenen Embryonen pro Spülung werden 5.0 selektiert. Die Graviditätsrate liegt bei 50%. Die Überlebensrate nach Tiefgefrieren (40%) und die nachfolgende Gravidität (30%) sind noch nicht gesichert.

S.WILLADSEN et al. (1976) erreichen nach Tiefgefrieren von Embryonen auf -196°C für die Dauer von 2 bis 9.5 Monaten eine Überlebensrate von 55% nach dem Auftauen. Die Graviditätsrate bei Transfer dieser tiefgefrorenen Embryonen beträgt 33%.

W.W.LAMPETER (1979) berichtet in einer persönlichen Information, daß nach Übertragung von 23 tiefgefrorenen Embryonen bei blutigem Transfer eine Graviditätsrate von 39% erreicht wird. Chirurgischer Transfer von frischen Embryonen ist in 70% erfolgreich (16 Tiere).

2.4. Ertragsberechnungen

G.OSCARSSON (1974) nimmt an, daß durch die Anwendung von ET und Superovulation in Schweden der jährliche Zuchtfortschritt um 0.1 % angehoben würde. Während der ersten 5 Jahre nach Start des Programms hat der Einsatz von ET noch keine Wirkung. In den folgenden 10 Jahren steigt der Zuchtfortschritt um jeweils 0.01 % . Der Zuchtfortschritt im ursprünglichen Besamungsprogramm beträgt 1.2 % . Durch ET steigt er nach fünfzehn Jahren auf 1.3 % an. Bei einer Durchschnittslaktationsleistung von anfangs 4500 kg ergibt das nach 15 Jahren eine Überlegenheit der ET-Population von 2.5 kg Milch pro Kuh.

Liegt der Milchpreis bei 1 Sw Cr pro kg und die zusätzlichen Fütterungs- und Arbeitskosten bei 0.5 Sw Cr pro kg Milch, so beträgt der Züchtungsgewinn im 15. Jahr 12.5 Sw Cr pro Kuh und im 35. Jahr 83.5 Sw Cr pro Kuh. Beträgt der Zinsfuß 10 bzw. 15 %, stehen pro Kuh und Jahr bis zu 10 bzw. 6 Sw Cr für ET zur Verfügung. Für eine Populationsgröße von 400 000 Milchkühen wird die Anzahl möglicher Transferoperationen bei kostendeckender Planung errechnet (Tabelle 12).

Die kritische Frage, ob die Anzahl der kostentechnisch berechneten Transferoperationen ausreichend ist, um den Zuchterfolg tatsächlich von 1.2 auf 1.3 % ansteigen zu lassen, wird nicht geklärt.

Tabelle 12 : Anzahl möglicher Transferoperationen pro Jahr
bei einer Steigerung des Zuchtfortschritts
um 0.1 % auf 1.3 % und einer Populationsgröße
von 400 000 Milchkühen (OSCARSSON 1974)

Kosten pro Transfer Sw Cr	Anzahl möglicher Transfers bei einem Zinssatz von	
	10 %	15 %
600	6600	4000
1500	2600	1550
3000	1300	775
4300	925	550

M.HANSEN (1976) schätzt an Hand eines von PETERSEN et al. (1974) vorgeschlagenen Zuchtplanes (Populationsgröße 500 000 Kühe) den Höchstpreis, der pro Empfängertier bezahlt werden kann. Unter der Annahme, daß pro Bullenmutter zwischen 3 und 20 Kälber durch ET zu erzielen sind, könnte der Preis zwischen 7750 Dkr und 14200 Dkr betragen.

Den Nutzen von ET in kommerziellen Milchviehherden diskutieren I.WILMUT und A.HUME (1978). Als Spender werden Kühe selektiert, die durchschnittlich 2700 Liter über der Durchschnittsleistung liegen. Die Steigerung der Milchleistung der Töchter um 290 Liter wird mit 11 pence pro Liter bewertet ($290 \cdot 11 = 31.90$ Pfund pro Tochter), so daß sich nach

Abzug der Erzeugungskosten (12.90 Pfd.) ein Mehrertrag von 19 Pfd. pro Tochter errechnet. Erstmals nach 3 Jahren auftretend und über 4 Laktationen pro Kuh anfallend, verbleibt nach Diskontierung der Ertäge auf den Zeitpunkt der Investition bei einem Zinssatz von 15 % ein Betrag von 36 Pfd. für die Durchführung des ET. Dieser Betrag wird noch um den Anteil weiblicher Kälber (50 %), den Anteil der in die Laktation eintretenden Kalbinnen (75 %) und die Graviditätsrate von 70 bzw. 35 % vermindert, so daß ein Investitionsbetrag von etwa 9 Pfd. bzw. 5 Pfd. plus Besamungskosten für ET zur Verfügung steht.

H.KRÄUSSLICH (1979) zeigt, daß, ausgehend von einem Remontierungsprozentsatz der Bullenmütter von 3 % im konventionellen Programm, die Senkung der Remontierung auf 0.75 % im ET-Programm insgesamt eine Steigerung des Zuchtfortschritts in Fettmenge von 5 % erbringt. Bei einem Zuchtfortschritt in Fettmenge von 1.5 % pro Jahr beträgt der direktkostenfreie monetäre Zuchtfortschritt DM 20.- .

Die durch den Einsatz von ET zu erzielende Steigerung beträgt dann DM 1.- pro Kuh und Jahr. Da die an der Besamungsstation Landshut geschätzten Kosten pro Erstbesamung mit DM 2.- veranschlagt werden (BREM u.a. 1978), ist für den wirtschaftlichen Einsatz des ET eine Kostensenkung um mehr als die Hälfte notwendig.

3. Methodik eines Modells zur Berechnung der Kosten für ET-Programme

Ein Vergleich der im Abschnitt 2.1. zusammengefaßten Kostenschätzungen stößt auf nicht unerhebliche Schwierigkeiten, da die zugrundegelegten Basisvariablen von sehr unterschiedlichen Voraussetzungen und Zielsetzungen bestimmt werden. Des weiteren ist der Rechengang meist nicht explizit dargelegt und somit auch schwerlich nachvollziehbar. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, daß die meisten Berechnungen auf einer Addition der angefallenen bzw. der zu erwartenden Kosten basieren. Diese "Aufwandsumme" wird dann durch die Anzahl erzielter Graviditäten dividiert. Damit errechnen sich aufgrund der Erfahrungen bereits praktizierender Stationen Schätzwerte, die Rückschlüsse auf die Produktivität zulassen.

Als Ausgangsbasis für eine zukunftsorientierte Kosten-Nutzen-Analyse für die Anwendung von ET sind diese rein empirisch ermittelten Kostenwerte nur bedingt aussagekräftig. Analysen sollen vergangene, gegenwärtige und zukünftige Vorgänge fixieren, aufschlüsseln und beurteilen.

Die Technik des ET befindet sich trotz großer Erfolge immer noch in der Phase der praktischen Erprobung. Zur Abschätzung der Möglichkeit einer zukünftigen Rentabilität ist es deshalb förderlich, sich von der statischen Kostenberechnung zu lösen

und eine Modellkostenkalkulation zu schaffen, die über variable Komponenten an erwartete und neu entstehende Praktiken und Erfolgsquoten angepaßt werden kann.

3.1. Zur Theorie der Kosten

Die in der betrieblichen Realität auftretenden Kostenprobleme werden in der betriebswirtschaftlichen Kostenlehre analysiert und modellhaft bewältigt. Mit Hilfe des Kostenbegriffs (H. KOCH 1958) werden die empirischen Kostenphänomene gedanklich erfaßt und abgegrenzt. Die Kostentheorie i. w. S. soll allgemeingültig die Abhängigkeit der Kostenhöhe von den Kosteneinflußgrößen aufzeigen. Dagegen bietet die Kostenrechnung praktisch-rechentechnische Lösungen zur Ermittlung der im Kostenbegriff abgegrenzten Kostenphänomene an. Die Basisfunktion des Kostenbegriffs erzwingt seine vorrangige Interpretation. (E. HEINEN 1978).

3.1.1. Der Kostenbegriff

Der Kostenbegriff besteht aus zwei Extensionskomponenten: der Mengenextension und der Wertextension. Die Mengenextension umfaßt Art und Mengen (r_i) der eingesetzten Güter. Die Wertextension gibt an, mit welchen Preisen, bzw Werten (p_i) diese Güter gewichtet werden. Somit können die Gesamtkosten nach der Formel (3.1.) errechnet werden.

$$(3.1.) \quad K = \sum_{i=1}^n r_i p_i$$

Die Mengenextension des pagatorischen Kostenbegriffs umfaßt folgende Ausgabengruppen (H. KOCH 1958):

1. Ausgaben für die im Betrieb eingesetzten Produktionsfaktoren
2. Ausgaben für die Kapitalnutzung
3. Ausgaben für Fremdleistungen
4. Ausgaben, die hinsichtlich der Produkterstellung unwirksam, aber dennoch unvermeidbar sind

Nicht in der Mengenextension enthalten sind der Unternehmerlohn und die Eigenkapitalzinsen.

Die Wertextension des pagatorischen Kostenbegriffs orientiert sich an den tatsächlich erfolgten Zahlungsmittelbewegungen. Nach der "pagatorischen Bewertungsregel" ist als Kostenwert in den auf Kosten basierenden Modellen grundsätzlich der Anschaffungspreis anzusetzen (D. POHMER 1964).

3.1.2. Die Kostentheorie im weiteren Sinn

Die mannigfaltige betriebliche Realität in ihrer unüberschaubaren Komplexizität überfordert in ihrer Gesamtheit in praxi den einzelnen Handlungs- und Entscheidungsberechtigten, wenn er zwischen gegebenen Wahlmaximen und Zielprojektionen die für den Betrieb bestmögliche Konzeption nur aufgrund seines Praxiswissens und seiner intuitiven Fähigkeiten determinieren soll. Deshalb versucht die betriebswirtschaftliche Kostentheorie dem Unternehmer Entscheidungsmodelle an die Hand zu

geben, die die Erkennung einer fundierten und exakten Optimal-
lösung ermöglichen (G. GÄFGEN 1963). Der Theorie obliegt "die
Beschreibung und Erklärung von Grundlagen, Vollzug und par-
tiellen Wirkungen des wirtschaftlichen Entscheidungsprozesses,
also die Erklärung von Verhaltensweisen in der Unternehmung..."
(W. WITTMANN 1963). Man trennt die Kostentheorie in eine Er-
klärungs- und eine Gestaltungsfunktion (E. GUTENBERG 1963).
Die Erklärungsfunktion dient dem Erfassen und Erkennen der
Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten des Betriebsaufbaus und
-ablaufs. Durch Abstraktion werden Erklärungsmodelle erstellt,
die sich auf die wesentlichen Vorgänge konzentrieren. An Hand
dieser Erklärungsmodelle werden in der Gestaltungsfunktion
der Kostentheorie die unternehmerischen Ziele formuliert,
so daß Entscheidungsmodelle gebildet werden können.

3.2. Die Produktionsfunktion für ET-Programme

Die Produktionsfunktion vom Typ C nach E. HEINEN (1978) scheint
für eine Anwendung bei biotechnischen Produktionsprozessen
die besten Formulierungen zu enthalten. Bislang hat diese
Produktionsfunktion aufgrund ihrer Komplexität m. W. keinen
nennenswerten Eingang in industrielle Produktionsbetriebe ge-
funden. Die zitierte Produktionsfunktion wird in weiten Be-
reichen umgestaltet und vereinfacht. Durch Anpassung an die
Spezifität des ET wird die geforderte Praktikabilität des
Modells gewährleistet.

3.2.1. Produktionstheoretische Grundlagen der Biotechnik ET

ET-Stationen arbeiten unter ganz spezifischen Voraussetzungen hinsichtlich der Bereitstellung der Spender- und Empfängertiere, der angewandten Techniken, des zur Verfügung stehenden Personals und der angestrebten Zielsetzungen. Sie erreichen auch unterschiedliche Erfolgs- und Selektionsquoten in ihren Programmen. Abgesehen von wissenschaftlichen Forschungsvorhaben, die eine kosten- und erfolgsmäßige Sondersituation darstellen, werden auch in den Programmen mit dem Ziel der wirtschaftlichen Nutzenanwendung des ET unterschiedliche Betriebsabläufe zu erwarten sein. Um die Komponenten in den Griff zu bekommen, welche die Produktionskosten beeinflussen, wird eine Modellberechnung vorgeschlagen. Sie soll ermöglichen, alle gegenwärtigen und zukünftig erwartbaren Techniken und Erfolgsquoten zu erfassen und der Kostenrechnung zugänglich zu machen. Dabei soll zunächst - gemäß der Definition des Kostenbegriffs - die Mengenextension der beim ET zum Einsatz gelangenden Produktionsfaktoren betrachtet werden.

Die Zusammenhänge zwischen Ursachen und Wirkungen der verzehrten Produktionsfaktormengen werden in produktionstheoretischen Modellen analysiert. In der betriebswirtschaftlichen Kostenlehre werden derartige Problemstellungen seit langem untersucht und Lösungsvorschläge für industrielle Fertigungsbetriebe entwickelt.

Die Erkenntnisse der Produktionstheorie basieren auf einer Abstraktion der Produktionsvorgänge. Die Aussagen werden mit Hilfe mathematischer Funktionen erfaßt. Die Produktionsfunktion vereint diese Einzelbeziehungen zu einem System von Input-Output-Abhängigkeiten.

3.2.2. Die Elementarkombinationen

Der zentrale Begriff der Produktionsfunktion vom Typ C ist die Elementarkombination (E-Kombination). Der gesamte Produktionsprozeß wird in Teileinheiten, die E-Kombinationen zerlegt. Der Umfang einer E-Kombination wird bestimmt durch das Genauigkeitsstreben des Untersuchers. Je exakter man den Betriebsablauf erfassen will, umso abgegrenzter, d.h. kleiner müssen die E-Kombinationen gewählt werden. Der daraus resultierende erhöhte Datenerfassungs- und Rechenaufwand erzwingt einen sinnvollen Kompromiß zwischen penibler Zahlenakrobatik und verfälschender Überschlagsrechnung.

Die einzelnen E-Kombinationen müssen folgenden Bedingungen genügen (E. HEINEN 1978):

1. Zwischen dem Verbrauch an Produktionsfaktoren und der dadurch erstellten Leistung im technisch-physikalischen Sinn
und
2. zwischen technisch-physikalischer Leistung und ökonomischer Leistung
muß eine eindeutige Zuordnung bestehen.

Unter Berücksichtigung dieser Voraussetzungen werden die einzelnen E-Kombinationen isoliert (Tabelle 15, im Anhang) und der Faktorverzehr für einen einmaligen Vollzug empirisch ermittelt oder für zukünftige Verhältnisse kalkulatativ festgesetzt (Kapitel 4).

Die Produktionsfaktoren werden in Potential- und Repetierfaktoren unterteilt (E. GUTENBERG 1975). Die Potentialfaktoren (z.B. Sterilisator) sind nicht beliebig teilbar. Sie werden im Produktionsprozeß lediglich genutzt und wegen ihrer längeren Lebensdauer nur in großen Zeiträumen "verbraucht".

Repetierfaktoren (z.B. Prostaglandinlösung) sind annähernd beliebig teilbar und werden im Produktionsprozeß direkt und sofort verbraucht.

Aus dieser Systematisierung geht einleuchtend hervor, daß die Bestimmung des Verzehrs an Repetierfaktoren in einer E-Kombination problemlos ist. Der Potentialfaktorverzehr dagegen kann nicht direkt erfaßt werden. Ein Sterilisator erfährt durch einen Sterilisationsvorgang keine meßbare Minderung seiner Funktionsfähigkeit. Gleichwohl kann sein Einsatz nicht unberücksichtigt bleiben, da er ja nach einigen Jahren durch einen neuen Sterilisator wird ersetzt werden müssen. Der Faktor Arbeit bereitet bei der Zuordnung zu den E-Kombinationen ähnliche Schwierigkeiten.

Durch die Festsetzung des Gesamtnutzenpotentials können die Potentialfaktoren jedoch anteilmäßig den E-Kombinationen angelastet werden.

3.2.3. Die Wiederholung der E-Kombinationen

Der Faktorverzehr für den einmaligen Vollzug einer E-Kombination gestattet noch keine Aussage über den Verbrauch an Produktionsfaktoren pro erstelltem Zwischenprodukt. Erst durch Einbeziehung von Erfolgsquoten, Outputniveau und der erforderlichen Anzahl an Zwischenprodukten wird der tatsächliche Verzehr charakterisiert. Insbesondere die Biotechnik ET ist gekennzeichnet durch niedrige Erfolgsquoten (g) auf der einen Seite (z.B. Graviditätsrate) und hohes Outputniveau (h) auf der anderen Seite (z.B. Anzahl der Embryonen pro Spülung). Der Wiederholungsfaktor (w) gibt an, wie oft eine E-Kombination durchgeführt werden muß, bis ein weiterverwendbares Zwischenprodukt (e) vorliegt (3.2.).

$$(3.2.) \quad w_i = \frac{e_i}{g_i \cdot h_i}$$

w_i = Wiederholungsfaktor der i-ten E-Kombination

e_i = geforderte Outputmenge der " "

g_i = Erfolgsquote " " "

h_i = Outputniveau " " "

3.2.4. Das Strukturbild für ET-Programme

Zur Analyse des Verzehrs der Einzelvorgänge wird der gesamte Produktionsprozeß in E-Kombinationen zerlegt, zur Analyse des Gesamtverzehrs werden diese E-Kombinationen wieder zu einem vollständigen Produktionsablauf synthetisiert. Die Aufeinanderfolge der E-Kombinationen wird in einem Strukturbild veranschaulicht (Abbildung 3). Die Kreise stellen die durchnummerierten E-Kombinationen dar. Die durchgezogenen Linien zeigen die Weiterleitung der Zwischenprodukte (derivative Produktionsfaktoren). Die Wiederholungsfaktoren sind den E-Kombinationen zugeordnet.

Neben dem Wiedereinsatz der derivativen, den betriebsintern erstellten Produktionsfaktoren sind auch noch originäre, vom Markt direkt bezogene Produktionsfaktoren nötig (E. HEINEN 1978). Für den Fall, daß eine ET-Station nicht nur ein Endprodukt herstellt, sondern auch Zwischenprodukte mit vermindertem Reifegrad abgibt (z.B. Embryonen), wird aus dem Strukturbild die entsprechende Programmfunktion isoliert. Die Programmfunktion ist der Anteil der Produktionsfunktion, der den Produktionsweg vom Ausgangsprodukt bis zum gewünschten Endprodukt umfaßt.

Legt man die Gesamtkonzeption der ET-Station auf die Produktion von KB-Bullen aus (Programm: Produktion von geprüften ET-Altbullen), so sind alle anderen Programmfunktionen (z.B.

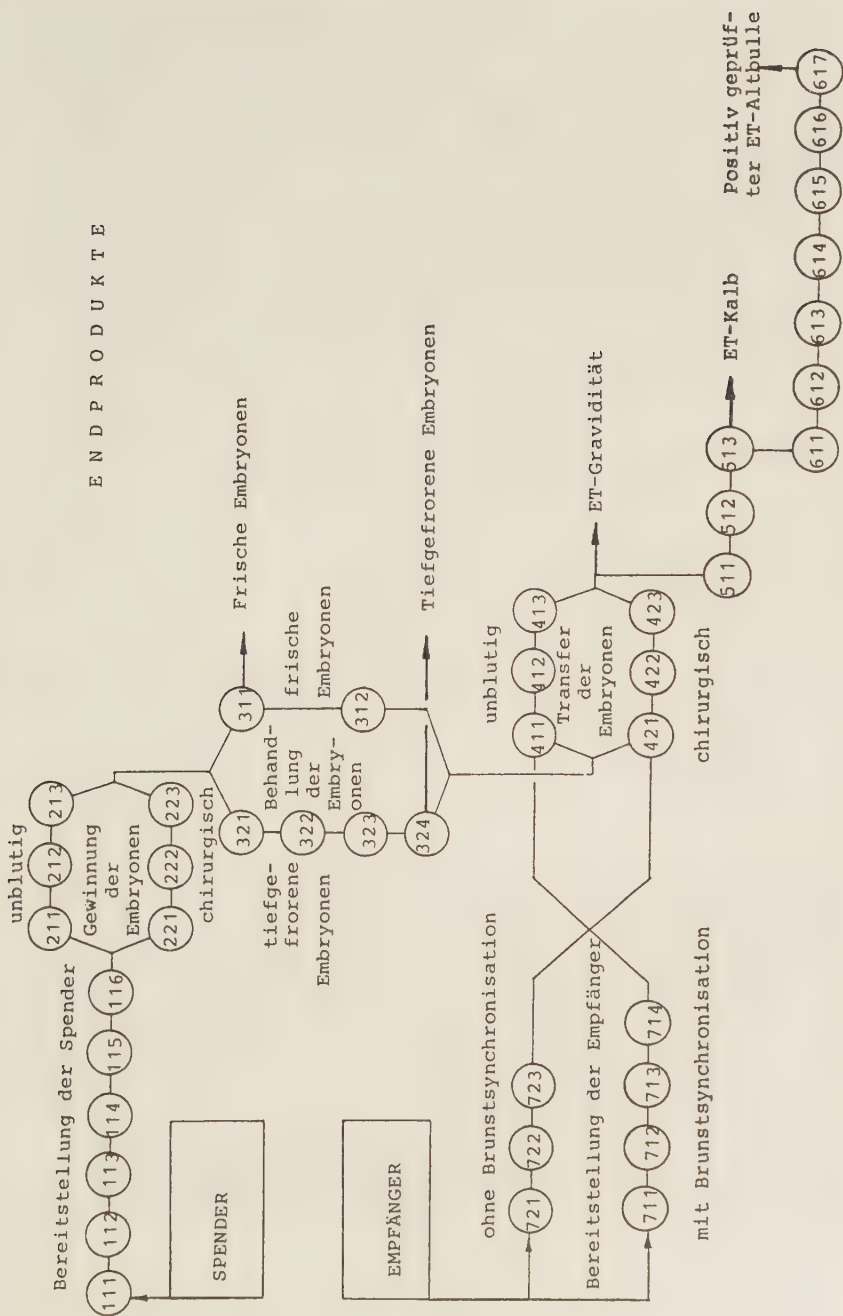


Abbildung 3: Strukturbild für ET-Programme mit Alternativverfahren

Programm zur Produktion von frischen Embryonen) darin enthalten. Wird an der Station mit tiefgefrorenen Embryonen gearbeitet, so sind die entsprechenden E-Kombinationen in das Strukturbild miteinzubeziehen. Auch die Bereitstellung und Vorbereitung der Empfängertiere wird mit ihren Wiederholungsfaktoren in das Strukturbild eingegliedert. Die Alternativen der chirurgischen und unblutigen Gewinnung und Übertragung der Embryonen werden durch Verzweigungen des Produktionsablaufs dargestellt.

Als mögliche Endprodukte einer ET-Station kommen in Frage:

FrISChe Embryonen

Tiefgefrorene Embryonen

Empfängertiere , die nach ET gravid sind

ET-Kälber (Bullenkälber für KB-Station, Kuhkälber für Züchter)

ET-Prüfbullen

ET-Altbullen

3.2.5. Der Mengenverzehr an Produktionsfaktoren

Der Faktorverzehr der E-Kombinationen wird kalkulatív erfaßt. Die Wiederholungsfaktoren geben die Anzahl der Durchführungen der E-Kombinationen zur Produktion eines weiterverarbeitbaren Zwischenproduktes an. Die Bedingung für einen kontinuierlichen Produktionsablauf ist die ausreichende Bereitstellung von Zwischenprodukten im gesamten Produktionsbereich. Für die

Produktionsfunktion vom Typ C bedeutet dies, daß jede E-Kombination so viel an Output liefern muß, wie die nachfolgende E-Kombination an Input für eine Weiterbearbeitung des Zwischenproduktes benötigt. Dieser Inputbedarf der nachfolgenden E-Kombination ist abhängig von deren Wiederholungsfaktor. In der vorgeschalteten E-Kombination muß also nicht nur ein Zwischenprodukt erstellt werden, sondern eine Menge, die dem Inputbedarf der nachfolgenden E-Kombination entspricht. Demzufolge errechnet sich die Zahl der Durchführungen der ersten E-Kombination als Produkt der beiden Wiederholungsfaktoren.

Beispiel:

$$\begin{aligned}
 w_i \text{ (von } E_i) &= 1.5 \\
 w_{i+1} \text{ (von } E_{i+1}) &= 2.0 \\
 w_{i+1} \cdot w_i &= 2.0 \cdot 1.5 = 3.0
 \end{aligned}$$

Soll E_{i+1} ein fertiges Zwischenprodukt liefern, so muß E_i wegen $w_{i+1} = 2.0$ und $w_i = 1.5$ genau dreimal durchgeführt werden.

Dehnt man diese Betrachtung auf den gesamten Produktionsprozeß aus, so besteht gemäß den Zuordnungen im Strukturbild und der Größe der Wiederholungsfaktoren ein funktioneller und mathematischer Zusammenhang zwischen den E-Kombinationen in Abhängigkeit von den zu erstellenden Endprodukten.

Der Produktionsprozeß besteht aus 7 Abschnitten. In 4 Abschnitten gibt es zwei Varianten. Jeder Abschnitt und jede

Variante besteht aus höchstensfalls 7 E-Kombinationen.

Die retrograde Multiplikation der Wiederholungsfaktoren der E-Kombinationen erfolgt über alle Abschnitte und Varianten, so daß jeder E-Kombination in Abhängigkeit von dem zu produzierenden Endprodukt und dem Produktionsweg ein sog. Multiplikator (m) zugeordnet wird (3.3.)

$$(3.3.) \quad m_{ijk} = \prod_i \prod_j \prod_k w_{ijk}$$

m = Multiplikator

w = Wiederholungsfaktor

i = Abschnitt (1 bis 7)

j = Variante (1 oder 2)

k = E-Kombination (1 bis 7)

Die Indizes der E-Kombinationen und Wiederholungsfaktoren geben den Abschnitt, die Variante und die E-Kombination an.

Die Multiplikatoren werden mit den Verzehrsmengen der Produktionsfaktoren in den einzelnen E-Kombinationen multipliziert. Die so errechneten Produktionsfaktormengen werden über die E-Kombinationen addiert (3.4.).

$$(3.4.) \quad PF_1 = \sum_i \sum_j \sum_k m_{ijk} v_{ijk}$$

PF_1 = Gesamtverzehrsmenge an Produktionsfaktor 1

v_{ijk} = Verzehr an Produktionsfaktor 1 in E-Kombination k, der Variante j in Abschnitt i.

3.2.6. Die Errechnung der Endproduktkosten des ET-Programmes mit der Produktionskostenfunktion

Die aufsummierten Verzehrsmengen an Produktionsfaktoren werden mit den Faktorpreisen multipliziert. Es errechnen sich somit die Kosten für den Einsatz der einzelnen Produktionsfaktoren (3.5.).

$$(3.5.) \quad K_{PF_1} = PF_1 \cdot P_1$$

K_{PF_1} = Kosten für den 1-ten Produktionsfaktor

P_1 = Preis des 1-ten Produktionsfaktors pro Einheit

Die Aufsummierung der Kosten für die einzelnen Produktionsfaktoren ergibt die Gesamtkosten für die Produktion eines Endprodukts.

Somit stellt sich die gesamte Produktionskostenfunktion für ET-Programme mit Hilfe der Formeln (3.3.), (3.4.) und (3.5.) folgendermaßen dar:

$$K_{ET} = \sum_1 P_1 \cdot PF_1$$

$$K_{ET} = \sum_1 P_1 \sum_i \sum_j \sum_k m_{ijk} \cdot v_{ijk}$$

$$(3.6.) K_{ET} = \sum_1 \left(P_1 \sum_{v_i \in I} \sum_{v_j \in J} \sum_{v_k \in K} v_{ijk} \left(\prod_{i' \in I} \prod_{j' \in J} \prod_{k' \in K} w_{ijk} \right) \right)$$

- K_{ET} = Gesamtkosten für ein Endprodukt des ET-Programmes
 I = Indexmenge der möglichen Abschnitte
 J = " der vorgesehenen Varianten in den einzelnen Abschnitten
 K = Indexmenge der E-Kombinationen in den vorgesehenen Varianten der einzelnen Abschnitte
 $\forall i \in I$ = für alle i aus I , d.h. alle E-Kombinationen für alle benötigten Abschnitte für das ET-Programm

3.3. Kostenberechnung

3.3.1. Outputunabhängige Kosten

Die kalkulatorischen Zinsen und Abschreibungen fallen unabhängig von der Kapazitätsauslastung der Station jährlich an. Die Investitionen werden bis zum Buchwert 0 linear abgeschrieben (3.7.):

$$(3.7.) \quad K_{At} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{N_i}$$

- K_{At} = Gesamter Abschreibungsbetrag pro Jahr
 A_i = Anschaffungswert des i -ten Betriebsmittels
 N_i = Geplante Nutzungsdauer des i -ten Betriebsmittels

Die kalkulatorischen Zinsen für Investitionen (3.8.) werden nach dem Durchschnittsverfahren errechnet.

$$(3.8.) \quad K_{ZB} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{2} \cdot \frac{z}{100}$$

- K_{ZB} = kalkulatorischer Zinsbetrag pro Jahr für Betriebsmittel
 z = " Zinssatz in % pro Jahr

K_{ZB} = kalkulatorischer Zinsbetrag pro Jahr für Betriebsmittel
 z = " Zinssatz in % pro Jahr

Die outputunabhängigen Kosten fallen für die gesamte Station an. Als Fixkosten können sie nicht verursachungsgemäß den einzelnen E-Kombinationen und Endprodukten zugerechnet werden. Die Fixkosten können aber über die Kapazität der ET-Station anteilmäßig umgelegt werden. Da jedoch die Endprodukte verschieden sind - und verschiedenen Anteil an den outputunabhängigen Kosten zugeordnet bekommen müssen - können die Zins- und Abschreibungskosten nicht einfach zu den Gesamtkosten pro Endprodukt addiert werden. Vielmehr wird die Kapazität der Station festgelegt nach der Zahl der pro Jahr gewonnenen und für den Transfer selektierten Embryonen (E-Kombinationen 311 und 321). Da alle Programme über diese gemeinsamen Zwischenprodukte ablaufen müssen und der Großteil der anfallenden Zins- und Abschreibungskosten bereits bis zur Produktion der Embryonen anfällt, werden diese Fixkosten pro selektiertem Embryo errechnet und als Zins- und Abschreibungseinheit im Zuordnungsnetz (Tabelle 17, im Anhang) den erwähnten E-Kombinationen zugeordnet.

$$F_{ZA} = \frac{K_{ZB} + K_{ZL} + K_A}{C}$$

F_{ZA} = Zins- und Abschreibungseinheit

C = Anzahl Übertragungsfähiger Embryonen pro Jahr (Kapazität)

3.3.2. Produktionssystemabhängige Kosten

Die Wahl eines bestimmten ET-Produktionssystems bedingt jeweils bestimmte zusätzliche, spezifische Kostenstellen. So werden entweder Kosten für Leasing oder für Kauf des Tiermaterials und für Stationshaltung oder für Haltung im Betrieb anfallen. Die aufzuwendenden Kosten für Fuhrpark, Tiermaterial, Tierhaltung, Mieten und Pachten werden im Zuordnungsnetz den einzelnen E-Kombinationen zugeordnet. Bei der Berechnung der verschiedenen Alternativen werden die erforderlichen Produktionsfaktoren durch Vorgabe der Nummern der im Programm anfallenden Produktionsfaktoren in die Produktionskostenfunktion eingegliedert. Somit können aus den gegebenen Daten alle Kombinationen der Produktion errechnet und verglichen werden.

4. Material und Daten

Zur Erläuterung des vorgestellten Kostenermittlungsmodells sollen an Hand betriebstechnischer Daten, die aus der ET-Station in Oberschleißheim und Landshut stammen, in Kapitel 5 Modellrechnungen durchgeführt werden. Variable Daten über Aufbau, Organisation, Betriebsablauf, biotechnische Verfahren, Produktionssystem, Programme und Kostenalternativen für die Modellrechnungen werden nachfolgend beschrieben.

Es wird eine ET-Station konzipiert, die auf einer eigenständigen Produktionsbasis beruht. Sie soll in Zusammenarbeit mit Besamungsstationen und staatlichen Tierzuchtstellen in erster Linie durch die Bereitstellung von ET-Bullenkälbern die Produktion von geprüften Altbullen aus ET-Programmen ermöglichen. Die anfallenden weiblichen Kälber können an gesondert einzurichtende Nukleuserden gegen Kostenausgleich weitergeleitet oder auf dem freien Zuchtviehmarkt als Kälber bzw. gravide Kalbinnen an Züchter verkauft werden. Der Export von tiefgefrorenen Embryonen soll im anfallenden Umfang miterledigt werden. Die Station muß kostendeckend arbeiten, Subventionen sind ausgeschlossen, Gewinnerzielung ist nicht vorgesehen und als Träger möge eine Genossenschaft fungieren.

4.1. Betriebsaufbau, biotechnische Verfahren und Produktionsablauf

4.1.1. Gebäude und Tiermaterial

Es wird davon ausgegangen, daß die Station in einem angemieteten landwirtschaftlichen Betrieb, der auf Stationskosten umgebaut und renoviert wird, eingerichtet wird. Voraussetzung ist ein Objekt, das je nach Organisation des Betriebes neben einem Gebäudekomplex mit Wohn- und Arbeitsräumen auch über Stallungen, Futter- und Dunglagerstätten, Melkanlagen und ausreichende Wiesen und Weiden zur Haltung entsprechender Spender- und Empfängerherden verfügt.

Eine Station mit einer Kapazität in einer Größenordnung von 2000 übertragbaren Embryonen pro Jahr benötigt:

Transferraum	25 m ²
Vorbereitungsraum	40 m ²
Labor	25 m ²
Raum für embryologische Arbeiten	15 m ²
Büro	20 m ²
Umkleide- und Aufenthaltsräume	15 m ²
Toiletten und Duschen	10 m ²
Raumfläche Summe :	150 m ²

Die Stallkapazität ist abhängig von der organisatorischen Verteilung der Tierbestände. Die Spender können entweder in die Station transportiert oder im Betrieb des Tierbesitzers gehalten werden. Vorbereitung der Spender, Stimulierung und Embryogewinnung erfolgen dann in Zusammenarbeit mit dem Tierhalter. Ebenso können die Empfängertiere an der Station oder in einem Pensionsbetrieb gehalten werden. Diese Betriebe betreuen die Empfänger bis zur Graviditätsdiagnose bzw. bis zur Geburt der Kälber.

Weiterhin muß entschieden werden, ob das benötigte Tiermaterial gekauft oder angemietet wird, so daß sich letztendlich 16 Kombinationsmöglichkeiten (Tabelle 13) für die Beschaffung und Haltung des Tiermaterials aufzeigen lassen. Die Kosten der Kombinationen sind abhängig von der Plankapazität der Station und den biotechnischen Erfolgsquoten.

Im Gegensatz zur Kapazität der Station, - der Anzahl gewonnener Embryonen pro Jahr - , die in weiten Bereichen frei gewählt werden kann, sind die biotechnischen Erfolgsquoten natur- und verfahrenstechnisch bedingte Fixpunkte, die nur durch die Verbesserung bestehender und Entwicklung neuer Methoden in gewissem Umfang gesteigert werden können. Die Berechnung der benötigten Tierzahlen wird im Modell durchgeführt.

Tabelle 13 : Kombinationsmöglichkeiten der Bereitstellung
und Haltung des Tiermaterials

EMPFÄNGER		SPENDER			
		Station		Betrieb	
		Ankauf	Leasing	Ankauf	Leasing
Station	Ankauf	11	12	13	14
	Leasing	21	22	23	24
Betrieb	Ankauf	31	32	33	34
	Leasing	41	42	43	44

Die Menge der Endprodukte wird in einer Bedarfsanalyse ermittelt. Für jedes Endprodukt werden sodann die jeweiligen Wiederholungsfaktoren retrograd bis zum Spender- bzw. Empfängerpool aufmultipliziert und mit der Zahl der Endprodukte multipliziert. Der so errechnete Bedarf wird über alle Produktionswege addiert, so daß man die Gesamtzahl der in der Station benötigten Spender und Empfänger erhält.

4.1.2. Biotechnische Verfahren

Durch die Weiterentwicklung unblutiger Verfahren zur Gewinnung und Übertragung von Embryonen erhielt der Embryotransfer neue Impulse. Die operativen Verfahren haben zwar hohe und relativ gesicherte Erfolgsquoten, aber sie stellen sehr

große Anforderungen an den Ausbildungsstand des Personals und das Management der ET-Station.

Die unblutige Gewinnung der Embryonen durch Spülung mittels Zervixkatheter hat sich mittlerweile durchgesetzt, da sie für Spendertiere wesentlich schonender ist und insbesondere bei Leasingtieren von den Tierbesitzern leichter gestattet wird. Bei unblutiger Spülung treten keine operativ bedingten Vernarbungen auf, die zukünftige Fertilität der Spender wird weniger beeinflusst. Außerdem können die Spender bei mehrfacher erfolgreicher Stimulation problemlos gespült werden.

Der Transfer auf die Empfängertiere hingegen wird zur Zeit meist noch chirurgisch vorgenommen. Die Empfänger werden höchstens zweimal operiert und scheiden dann aus dem Programm aus. Notschlachtungen führen nicht, wie bei Spendern, zu Verlust von genetischem Zuchtpotential und der monetäre Verlust hält sich in Grenzen, da die Empfängertiere nach Lebendgewicht gekauft bzw. angemietet werden.

Weltweit wird an verbesserten Methoden für unblutigen Transfer gearbeitet und die bislang erzielten Ergebnisse lassen erwarten, daß der chirurgische Transfer durch unblutige Methoden abgelöst werden wird. Deshalb werden den Modellberechnungen auch unblutige Verfahren zugrundegelegt (Tabelle 14).

Tabelle 14: Einsatz chirurgischer und unblutiger
Transfermethoden

		Gewinnung der Embryonen	
		chirurgische	unblutige
Transfer auf Empfänger	chirurgisch	fast nicht mehr praktiziert	Kommerzielle Stationen in den USA, Kanada etc.
	unblutig	Forschungsstationen (z.B. Entwicklung von Tiefgefrier- verfahren)	Zukünftige ET-Stationen Forschungsstationen

Neben der einfacheren Anwendung haben unblutige Verfahren den Vorteil, daß sie an Spendern und Empfängern problemloser im Stall des Tierbesitzers vorgenommen werden können als die chirurgischen Verfahren. Somit stellen diese Verfahren auch die Voraussetzung dar, daß die "Haltung im Betrieb" (siehe Abschnitt 4.1.1.) in dieser Vielfalt diskutiert werden kann.

4.1.3. Produktionsablauf und Einsatzmengen an Produktions- faktoren in den Elementarkombinationen

Nach Festlegung des Betriebskonzeptes soll an Hand der einzelnen E-Kombinationen (Tabelle 15, Anhang) der Ablauf der Produktion

geschildert werden.

Die Einsatzmengen der Produktionsfaktoren sind im Zuordnungsnetz (Tabelle 16, Anhang) dargestellt. Im Zuordnungsnetz werden den E-Kombinationen die Verzehrsmengen an Produktionsfaktoren für einen einmaligen Vollzug der E-Kombinationen zugeordnet. Beispielsweise erfordert die Brunstbeobachtung eines Spenders ($= E_{111}$) eine Einheit ($= 1$ Arbeitsminute) des Produktionsfaktors 3 (= Besamungstechniker) und je nach Organisation einen der Produktionsfaktoren 31 bis 34 ($= 1$ Tag Haltung eines gekauften oder geleasteten Spenders an Station oder im Betrieb).

Die Variation der biotechnischen Verfahren wird durch die Verzweigung des Strukturbildes erreicht. Zur Produktion eines Endproduktes wird der jeweils vorgegebene Weg über die E-Kombinationen (z.B.: Transfer chirurgisch E_{411} oder unblutig E_{421}) beschriftet. Die Produktionsfaktormengen sind dem Zuordnungsnetz direkt zugeordnet. Die Variation der Kombinationsmöglichkeiten der Bereitstellung und Haltung des Tiermaterials erfolgt über die Vorgabe der Produktionsfaktorenkombination aus der Menge der Produktionsfaktoren (PF) von PF_{27} bis PF_{51} . Alle möglichen Wege sind in ein EDV-Programm eingearbeitet. Die Berechnungen für die gewünschten Kombinationen und Endprodukte werden über einen Index abgerufen.

4.1.3.1. Vorbereitung der Spendertiere

E₁₁₁ : Brunstbeobachtung der Spendertiere

Die Brunstbeobachtung wird bei den Spendertieren von einem Fachtechniker für Landwirtschaft oder einem Besamungstechniker durchgeführt. Bei Haltung der Spender im Betrieb des Tierbesitzers obliegt diesem die Brunstbeobachtung und Karteiführung. Die Brunstbeobachtung der Tiere wird morgens und abends vorgenommen. Als sicheres Kriterium für die Brunst wird die Duldung des Aufspringens gewertet. Der Tag der Brunst wird als Tag 0 des Zyklus bezeichnet.

E₁₁₂ : Auswahl der Spender für ET

Die Auswahl erfolgt in Abstimmung mit den geplanten Spülterminen in der Arbeitswoche des Transferteams und wird vom Tierarzt und dem Fachtechniker koordiniert.

E₁₁₃ : Stimulierung der Spender

Sämtliche Injektionen können nach Anleitung durch den Tierarzt auch von einem Fachtechniker für Landwirtschaft durchgeführt werden. Für ein Verschulden dieses Erfüllungsgehilfen haftet der Tierarzt (§ 278 BGB). Die Spender erhalten am 10. Tag (8.-12. Tag) eine PMSG Injektion (Pregnant Mares Serum Gonadotropin) von durchschnittlich 2500 I.E. Die Dosierung erfolgt nach subjektiven Erfahrungswerten unter Berücksichtigung

von Alter, Gewicht, Anzahl der Kälber und Zahl der vorangegangenen Stimulierungen.

E₁₁₄ : Injektion von Prostaglandin F_{2α}

Zwei Tage nach der PMSG Injektion erhalten die Tiere einheitlich 2 ml Prostaglandin F_{2α} (Estrumate[®] ICI-Pharma Art. Nr. 019 020; luteolytische Einzeldosis 500 µg Cloprostenol).

E₁₁₅ : Künstliche Besamung der Spender

Im allgemeinen tritt nach 48 Stunden (= Tag 14) Brunst ein. Es wird dreimal mit Tiefgefriersperma-Doppelportionen im Abstand von 12 Stunden besamt. Dieses System läßt optimale Befruchtung erwarten. Wird ein Bulle im Natursprung eingesetzt, so reicht meist eine Belegung. Sollte die Kuh nach 12 Stunden den Aufsprung noch dulden, wird sie noch einmal belegt.

E₁₁₆ : Kontrolle der Superovulation

Der Erfolg der Superovulation wird ein bis zwei Tage vor dem Spültermin durch den Tierarzt oder Besamungstechniker mittels rektaler Palpation kontrolliert. Werden auf beiden Ovarien insgesamt mehr als drei C.l. (Corpora lutea) diagnostiziert, wird die Stimulierung als positiv gewertet.

4.1.3.2. Gewinnung der Embryonen

4.1.3.2.1. Unblutige Spülung

E₂₁₁ : Zervixpassage bei unblutiger Spülung

In Einzelfällen ist die Einführung des Spülkatheters in den Uterus durch die Zervix problematisch. Deshalb wird der Spülvorgang in zwei E-Kombinationen geteilt, da für Tiere, bei denen die Zervixpassage nicht möglich ist, kein Aufwand für Spülmedium und Spülvorgang gerechnet zu werden braucht. Von den Technikern werden Instrumente und Medium im Brutschrank und Wasserbad auf 37° Grad erwärmt, Medikamente und Katheter, Klemmen, Spülflaschen etc. bereitgestellt. Nach Reinigung und Desinfektion der Vulva führt der Tierarzt den Katheter via Zervix in den Uterus ein.

E₂₁₂ : Spülung der Uterushörner

Der Katheter wird in ein Horn eingeführt und mit einem aufblasbaren Ballon fixiert. Bei Schwerkraftspülungen benötigt man pro Horn bei dreimaligem Spülen ca. 300 ml Medium. Nach Spülung beider Hörner wird der Spülkatheter entfernt, nachdem vorher zur Prophylaxe ein intrauterin wirksames Antibiotikum in den Uterus eingespült wurde. Die Injektion von 2 ml Prostaglandin F_{2α} zur Luteolyse der durch die Superovula-

tion herangebildeten C.l. führt bei 80 % der Spender zum Auftreten einer Brunst innerhalb der folgenden 12 Tage. Die nächste Spülung kann jedoch meist erst nach 55 (12+21+21) Tagen vorgenommen werden.

E₂₁₃ : Aufsuchen der Embryonen

Das Spülmedium wird in eine Sedimentationssäule verbracht und in den Brutschrank gestellt. Nach 20 Minuten wird bis auf 100 ml abgehebert. Diese Restflüssigkeit wird unter dem Stereomikroskop nach Embryonen durchsucht. Die aufgefundenen Embryonen werden in 5 ml Lagermedium umgesetzt.

4.1.3.2.2. Chirurgische Gewinnung der Embryonen

E₂₂₁ : Vorbereitung der Operation und Öffnung des Abdomens

Die Operation wird in der Linea alba durchgeführt. Die Spender werden mit einem Ultrakurzbarbiturat niedergelegt und nach Trachealintubation an ein Inhalationsnarkosegerät angeschlossen. Den Spendern wird intramuskulär Atropin und Antibiotikallösung injiziert. Nach dem Rasieren, Reinigen und der Desinfektion des Operationsfeldes wird das Abdomen geöffnet und der Uterus extraabdominal gelagert.

E₂₂₂ : Ausspülen der Embryonen

Für die Spülung werden pro Horn nur etwa 150 ml Medium benötigt. Der Uterus wird während der Manipulationen mit physiologischer Kochsalzlösung befeuchtet. Vor der chirurgischen Versorgung der Operationswunde wird eine Antibiotikailösung intraabdominal appliziert.

E₂₂₃ : Aufsuchen der Embryonen

Diese E-Kombination entspricht dem Vorgang nach unblutiger Spülung. Die unterschiedliche Erfolgsquote wird bei der Festsetzung des Wiederholungsfaktors berücksichtigt.

4.1.3.3. Behandlung der Embryonen

4.1.3.3.1. Frische Embryonen

E₃₁₁ : Selektion der Embryonen

Die aufgefundenen Embryonen werden beurteilt, beschrieben, eventuell fotografiert und nach Übertragbarkeit selektiert. Gleichzeitig werden für die Embryonen noch Karteikarten angelegt, die die Embryonen als Identitätsnachweis begleiten.

E₃₁₂ : Zwischenlagerung der Embryonen

Werden die Embryonen ohne Tiefgefrieren übertragen, so werden sie bis zu 24 Stunden in Transportgefäßen zwischengelagert, bzw. bei Transfer im Betrieb des Tierbesitzers dorthin transportiert.

4.1.3.3.2. Tiefgefrieren der Embryonen

E₃₂₁ : Selektion der Embryonen

Es werden vorzugsweise Blastozysten tiefgefroren, da die Embryonen im Morulastadium den Tiefgefrierprozeß - beim derzeitigen Stand der Technologie - schlechter vertragen als die Blastozysten.

E₃₂₂ : Tiefgefrieren der Embryonen

Die Embryonen werden aus der PBS (Phosphate buffered saline) Pufferlösung mit FCS (Fetal calf serum) nach Zeitplan in immer stärkere DMSO (Dimethylsulfoxid)-konzentrationen umgesetzt und einzeln in Ampullen gegeben. Die Embryonen mehrerer Spender werden gleichzeitig tiefgefroren, d.h. sie werden zwar voneinander getrennt, aber in zeitlicher Gleichfolge behandelt. Dieses Vorgehen wird bedingt durch den Tiefgefrierapparat, der nach dem Einlegen der Embryonen die Temperatur in 5 Stunden bis auf -100°C absenkt. Während dieser

Zeit können keine weiteren Embryonen in den Abkühlprozeß eingeschleust werden. Die auf -100°C abgekühlten Embryonen werden in den Lagerbehälter umgesetzt und kühlen dort auf die Lagertemperatur von -196°C ab.

Pro Embryo werden für den Tiefgefriervorgang 10 ml DMSO, 20 ml PBS-FCS, 1 Ampulle, 5 Petri-Schälchen, 5 Kanülen und Einmal-Spritzen und insgesamt 30 l flüssiger Stickstoff benötigt. Die Arbeiten können von einer entsprechend ausgebildeten VTA (Veterinär-medizinisch-technische Assistentin) oder einem Fachtechniker für Landwirtschaft durchgeführt werden.

E₃₂₃ : Lagerung der Embryonen

Die Containerlagerung in flüssigem Stickstoff erfordert pro Embryo und Tag 10 ml Stickstoff. Die Wartung und Kontrolle wird von der VTA durchgeführt.

E₃₂₄ : Auftauen der Embryonen

Auch das Auftauen der Embryonen erfolgt in zeitlicher Gleichfolge an der Station. Der Auftauvorgang gestaltet sich als Umkehrung des Tiefgefrierprozesses. Es sind 10 ml DMSO, 20 ml PBS-FCS, 7 Schälchen, 7 Kanülen und insgesamt 10 l flüssiger Stickstoff erforderlich. Die Embryonen werden bei einer Temperatur von 37°C zum Ort des Transfers transportiert.

Den Berechnungen wird zugrundegelegt, daß pro Tiefgefrier- und Auftauvorgang 30 Embryonen behandelt werden, und die Embryonen durchschnittlich 100 Tage gelagert werden.

4.1.3.4. Transfer der Embryonen

4.1.3.4.1. Unblutiger Transfer

E₄₁₁ : Unblutiger Transfer der Embryonen

Der Fachtechniker bereitet den Katheter vor, setzt den Embryo aus dem Transportgefäß ins Medium um, zieht unter Sichtkontrolle den Embryo in den Katheter auf und heftet die Embryokarteikarte ans Empfängerblatt. Der Tierarzt führt den Katheter durch das Transfergerät in das entsprechende Horn ein und setzt den Embryo ab. Der Besamungstechniker fixiert das Tier und kennzeichnet nach dem Transfer den Empfänger zusätzlich mit einer ET-Ohrmarke, um Verwechslungen zu vermeiden.

E₄₁₂ : Haltung der Empfängertiere bis zur Graviditätsdiagnose

Die Empfängertiere werden bis zur Feststellung der Gravidität auf der Station oder im Betrieb gehalten. Die anfallenden Aufwendungen sind abhängig von der Organisation des Tiermaterialeinsatzes (Tabelle 13).

E₄₁₃ : Graviditätsdiagnose

Die Gravidität wird 6 Wochen p.t.(post transfer) durch rektale Palpation diagnostiziert. Die Untersuchung wird von einem Tierarzt bzw. einem entsprechend ausgebildeten Besamungstechniker vorgenommen.

4.1.3.4.2. Chirurgischer Transfer

E₄₂₁ : Operation des Empfängertieres

Nach Vorbereitung des Operationsfeldes erfolgt die Eröffnung des Abdomens via Flankenschnitt. Diese Technik bietet gegenüber der Operation in der Medianebene den Vorteil, daß sie am stehenden Tier und auch im Stall des Tierbesitzers durchführbar ist. Durch Epiduralanästhesie und Infiltration des Operationsfeldes mit einem Lokalanästhetikum wird eine ausreichende Ruhigstellung in den meisten Fällen gewährleistet. Das Uterushorn wird extraabdominal gelagert und der Embryo mit einer Kanüle im Lumen des Horns abgesetzt. Der Empfänger erhält eine Antibiotikaapplikation.

E₄₂₂ und E₄₂₃ : Haltung der Empfänger und Graviditätsdiagnose

Es gelten die entsprechenden E-Kombinationen, die beim unblutigen Transfer erläutert wurden (E₄₁₂ und E₄₁₃).

4.1.3.5. Produktion von ET-Kälbern

E₅₁₁ : Haltung des graviden Empfängers

Die graviden Empfänger werden während der Gravidität an der Station oder im Betrieb des Tierbesitzers gehalten.

E₅₁₂ : Geburtsüberwachung und Geburtshilfe

Die Geburtsüberwachung obliegt dem Pflegepersonal, bzw. dem Betriebsleiter. Bei etwa 10 % der Geburten wird der Stations-tierarzt zugezogen. Dieser Anteil wird auf alle anfallenden Geburten umgelegt. Der Arbeitsaufwand der Pfleger und der Betriebsleiter ist im Lohn, bzw. in den Futtertagegeldern und Leasinggebühren enthalten.

E₅₁₃ : Aufzucht der Kälber

Die Kälber werden an der Station oder im Betrieb aufgezogen. Alle geborenen Kälber werden dem Tierzuchtamt, der Besamungsstation und den Zuchtverbänden gemeldet. Der Tierarzt entnimmt vom Empfänger und vom ET-Kalb eine Blutprobe, die zur Identitätssicherung des Kalbes erforderlich ist. In dieser ersten Aufzuchtperiode werden die Kälber von einem Tierzuchtbeamten beurteilt.

4.1.3.6. Selektion von geprüften ET-Altbullen

Die E-Kombinationen E_{611} bis E_{617} gehören nicht mehr dem eigentlichen Transferprogramm an, da die ET-Bullenkälber nach einer positiven Beurteilung von der Besamungsstation in die Eigenleistungsprüfung übernommen oder in landwirtschaftlichen Betrieben aufgezogen werden. Die Prüfung der Bullen entspricht dem normalen Prüfprogramm (2.2.1.1.).

Die E-Kombinationen E_{611} bis E_{617} werden jedoch mit in das Strukturbild aufgenommen (Abbildung 3), da mit Hilfe ihrer Wiederholungsfaktoren aus der Anzahl benötigter geprüfter Bullen die Anzahl der Spendertiere ermittelt werden kann. Diese Information ist entscheidend für die Schätzung der Steigerung des Zuchtfortschritts durch Anwendung von ET im Bullenmütterpfad.

4.1.3.7. Vorbereitung der Empfängertiere

4.1.3.7.1. Brunstsynchronisation der Empfänger

E_{711} : Brunstbeobachtung der Empfängertiere

Für die Brunstbeobachtung der Empfängertiere gilt E_{111} entsprechend.

E₇₁₂ : Selektion für ET

An Hand der Daten aus dem Brunstkalender werden Empfänger, die sich im Zyklus zwischen dem 6. und dem 16. Tag befinden, in Abstimmung mit den Spülterminen der Spender ausgewählt.

E₇₁₃ : Brunstsynchronisation der Empfänger

Die Empfänger erhalten am selben Tag wie die Spender eine Injektion von 2 ml Prostaglandin F_{2α} zur Synchronisation der Zyklen.

E₇₁₄ : Vorbereitung der Empfänger für den Transfer

Nach Fixierung der Tiere, Reinigung und Desinfektion der Vulva wird das Transfergerät nach Zervixpassage in den Uterus eingeführt, bzw. das Tier für die Operation vorbereitet. Die Übertragung des Embryos erfolgt in E₄₁₁ und E₄₂₁.

4.1.3.7.2. Transfer auf Empfänger mit natürlichem Zyklus

Die Brunstsynchronisation ist nicht erforderlich, wenn tiefgefrorene Embryonen übertragen werden, oder aber wenn so viele Empfänger zur Verfügung stehen, daß sich genügend Tiere zum Transfertermin am 7. Tag des natürlichen (unsynchronisierten) Zyklus befinden.

E₇₂₁ : Brunstbeobachtung der Empfänger

Wird der Brunstzyklus nicht auf das Transferdatum synchronisiert, muß die Brunstbeobachtung besonders sorgfältig durchgeführt werden.

E₇₂₂ : Selektion für ET

Empfänger, die sich im 7. Tag des Zyklus (nach Oestrus) befinden, werden ausgewählt.. Die Anwesenheit eines Gelbkörpers wird durch rektale Untersuchung überprüft.

E₇₂₃ wie E₇₁₄

4.1.4. Die Wiederholungsfaktoren der Elementarkombinationen

Den E-Kombinationen werden Wiederholungsfaktoren zugeordnet (siehe 3.2.3). Diese Wiederholungsfaktoren werden nach der Formel

$$(3.2.) w = \frac{e}{g \cdot h}$$

berechnet. Die Wiederholungsfaktoren für alle E-Kombinationen sind in Tabelle 17 Spalte 1 zusammengestellt. Weiterhin enthält Tabelle 17 ein Berechnungsbeispiel für die Multiplikatoren (Spalte 2). Die Multiplikatoren sind für die einzelnen Abschnitte und Varianten durch retrograde Multiplikation (vom Tabellenende ausgehend) errechnet. In Spalte

Tabelle 17: Wiederholungsfaktoren und Multiplikatoren

	1	2	3	
w ₁₁₁	23.3	35.7		
w ₁₁₂	1.02	1.533	66.05	→
w ₁₁₃	1.01	1.503	64.7	
w ₁₁₄	1.03	1.488	64.1	
w ₁₁₅	1.01	1.444	62.2	
w ₁₁₆	1.43	1.43	61.6	
w ₂₁₁	1.05	0.195	43.09	
w ₂₁₂	1.11	0.185	40.9	
w ₂₁₃	0.167	0.167	36.9	
w ₂₂₁	1.01	0.150		
w ₂₂₂	1.05	0.149		
w ₂₂₃	0.142	0.142		
w ₃₁₁	1.25	1.25	220.95	
w ₃₁₂	1.0	1.0	176.76	
w ₃₂₁	2.0	2.061		
w ₃₂₂	1.01	1.03		
w ₃₂₃	1.01	1.02		
w ₃₂₄	1.01	1.01		
w ₄₁₁	1.02	2.576	176.76	
w ₄₁₂	1.01	2.525	173.3	
w ₄₁₃	2.5	2.5	171.6	
w ₄₂₁	1.03	1.488		
w ₄₂₂	1.01	1.444		
w ₄₂₃	1.43	1.43		
w ₅₁₁	1.04	1.071	68.62	
w ₅₁₂	1.02	1.03	66.0	
w ₅₁₃	1.01	1.01	64.71	
w ₆₁₁	4.0	64.07	64.07	
w ₆₁₂	1.11	16.01	16.01	
w ₆₁₃	2.0	14.43	14.43	
w ₆₁₄	1.25	7.215	7.22	
w ₆₁₅	1.04	5.77	5.77	
w ₆₁₆	1.11	5.55	5.55	
w ₆₁₇	5.0	5.0	5.0	
w ₇₁₁	23.3	3.61	3.61	→
w ₇₁₂	0.105	0.155	0.155	
w ₇₁₃	1.11	1.476	1.476	
w ₇₁₄	1.33	1.33	1.33	
w ₇₂₁	26.25	38.75		
w ₇₂₂	1.11	1.476		
w ₇₂₃	1.33	1.33		

3 wird die fortlaufende Berechnung der Multiplikatoren für den Gesamtweg der unblutigen Gewinnung von Embryonen und der unblutigen Übertragung der frischen Embryonen auf synchronisierte Empfänger durchgeführt.

Um einen positiv geprüften ET-Altbullen selektieren zu können, müssen 64.07 ET-Kälber produziert werden. Dazu sind 68.62 gravide Empfänger bzw. 176.76 unblutige Transfers nötig. Zur Gewinnung der 220.95 Embryonen sind 43.09 positiv stimulierte Spender erforderlich. Insgesamt müssen pro ET-Altbulle 66 Spender in das ET-Programm aufgenommen werden. Pro ET-Prüfbulle sind bei den gegebenen Erfolgsquoten nur 12 ($\frac{66.05}{5.77}$) Spender nötig.

Wird Brunstsynchronisation eingesetzt, müssen 3.61 Kalbinnen zur Verfügung stehen, damit ein Empfängertier auf den Transferzeitpunkt synchronisiert werden kann. Insgesamt müssen also für 176.76 Transfers 638 Empfänger bereitgestellt werden. Anschließend werden für alle E-Kombination die Wiederholungsfaktoren abgeleitet.

4.1.4.1. Vorbereitung der Spendertiere

E_{111} :

Der normale Brunstzyklus des Rindes beträgt 21 ± 2 Tage.

Der geforderte Output (e) ist eine Spenderkuh in Brunst

(e = 1). Die Erfolgsquote (g) ist der Anteil der Tiere, bei denen

die Brunstbeobachtung erfolgreich ist, d.h. den tatsächlichen Ablauf des Zyklus wiedergibt (90 % richtig beurteilt: $g = 0.9$). Das Outputniveau (h) von E_{111} ist die Anzahl der Tiere, die pro Tag in Brunst sind, bzw. die Wahrscheinlichkeit, daß ein beobachtetes Tier an einem Tag Brunst zeigt ($\frac{1}{21} = 0.0476$).

$$w_{111} = \frac{1}{0.9 \cdot 0.0476} = 23.3$$

E_{112} :

Es wird angenommen, daß 98 % der in Frage kommenden Spender in das Transferprogramm eingegliedert werden.

$$w_{112} = 1.02$$

E_{113} :

99 % der ausgewählten Spender werden stimuliert.

$$w_{113} = 1.01$$

E_{114} :

In Einzelfällen sind stimulierte Spender bis zum Zeitpunkt der $PGF_{2\alpha}$ -Injektion bereits in Brunst. Die Erfolgsquote wird mit 0.97 angenommen.

$$w_{114} = 1.03$$

E_{115} :

Da es sich bei den Spendertieren um Kühe handelt, die schon einmal geboren haben, dürfte die künstliche Besamung fast immer möglich sein. Lediglich die nach Schweregeburten auf-

tretenden Verwachsungen können wegen Unpassierbarkeit der Zervix zu Ausfällen führen (1 %).

$$w_{115} = 1.01$$

E₁₁₆ :

Für Erfolgsquoten der Stimulierung finden sich in der Literatur verschiedene Werte (Tabelle 11). Der Durchschnitt liegt bei 70 % stimulierten Spendern.

$$w_{116} = 1.43$$

4.1.4.2. Gewinnung der Embryonen

E₂₁₁ :

Bei 95 % aller Spender ist die Zervixpassage auch außerhalb der Brunst mit dem Spülkatheter möglich, da in schwierigen Fällen ein konischer Zervixerweiterer eingesetzt wird.

$$w_{211} = 1.05$$

E₂₁₂ :

Bei 10 % der unblutigen Spülungen ist entweder die Spülflüssigkeit blutig, oder die Spülflüssigkeit kann aus dem Uterus nicht zurückgewonnen werden.

$$w_{212} = 1.11$$

E₂₁₃ :

Pro Spülung und Spender werden bei unblutigen Verfahren etwa 6 Embryonen gewonnen.

$$w_{213} = 0.167$$

E₂₂₁ :

Die operationsbedingten Ausfälle bei chirurgischer Embryogewinnung sind sehr gering.

$$w_{221} = 1.01$$

E₂₂₂ :

Spendertiere mit Endometritiden fallen aus.

$$w_{222} = 1.05$$

E₂₂₃ :

Die durchschnittliche Erfolgsrate bei chirurgischer Embryogewinnung beträgt 7 Embryonen pro Spender und Operation.

$$w_{223} = 0.142$$

4.1.4.3. Behandlung der Embryonen

E₃₁₁ :

Bei Spülung von 7 Tage alten Embryonen werden nur Embryonen selektiert, die sich bis zum 16- bis 32-Zellstadium entwickelt haben. Ein Anteil von 80 % der gewonnenen Embryonen wird als übertragungswürdig angenommen (Tabelle 11).

$$w_{311} = 1.25$$

E₃₁₂ :

Bei der Zwischenlagerung von frischen Embryonen treten kei-

ne erkennbaren Verluste auf.

$$w_{312} = 1.0$$

E_{321} :

Für den Tiefgefrierprozeß werden 50 % der gewonnenen Embryonen (Blastozysten) selektiert.

$$w_{321} = 2.0$$

E_{322} , E_{323} , E_{324} :

Die Verluste beim Tiefgefrieren, Lagern und Auftauen der Embryonen können derzeit noch nicht den einzelnen Arbeitsgängen zugeordnet werden. Aus der Verminderung der Graviditätsrate um 50 % bei Übertragung von tiefgefrorenen Embryonen kann jedoch geschlossen werden, daß die Hälfte der Embryonen den Tiefgefrierprozeß nicht überlebt hat. Die folgenden Wiederholungsfaktoren geben nur Verluste während der Manipulation an (je E-Kombination 1 %).

$$w_{322} = 1.01$$

$$w_{323} = 1.01$$

$$w_{324} = 1.01$$

4.1.4.4. Transfer der Embryonen

E_{411} :

Ist das Absetzen des Embryos im Uterus des Empfängers mit starken Schleimhautläsionen verbunden oder treten intrauterine Blutungen auf, so ist keine Gravidität zu erwarten.

$$w_{411} = 1.02$$

E₄₁₂ :

Es wird davon ausgegangen, daß 1 % der behandelten Empfänger bis zur Graviditätsdiagnose durch Krankheit oder Verletzung aus dem Programm ausscheiden.

$$w_{412} = 1.01$$

E₄₁₃ :

Bei unblutigem Transfer wird eine Graviditätsrate von 40 % erreicht.

$$w_{413} = 2.5$$

E₄₂₁ :

Beim chirurgischen Transfer gehen 3 % der Empfänger und Embryonen durch technische und operative Zwischenfälle verloren.

$$w_{421} = 1.03$$

E₄₂₂ wie E₄₁₂ :

$$w_{422} = 1.01$$

E₄₂₃ :

Die Graviditätsrate bei chirurgischem Transfer ist beim derzeitigen Stand der Technik 70 %.

$$w_{423} = 1.43$$

4.1.4.5. Produktion von ET-Kälbern

E₅₁₁ :

Während der Gravidität scheiden etwa 4 % der Empfänger wegen Abort, Klauen- oder Organkrankheiten aus dem Programm aus.

$$w_{511} = 1.04$$

E₅₁₂ :

Bei erstkalbenden Empfängern muß auch bei guter tierärztlicher Versorgung mit einer Geburtsverlustrate von 2 % gerechnet werden.

$$w_{512} = 1.02$$

E₅₁₃ :

Die Aufzuchtverlustrate in den ersten 30 Tagen wird mit 1 % veranschlagt.

$$w_{513} = 1.01$$

4.1.4.6. Selektion von geprüften ET-Altbullen

E₆₁₁ :

Ohne Geschlechtsbestimmung bei den Embryonen wird sich das natürliche Geschlechtsverhältnis bei den ET-Kälbern nicht verändern, so daß 50 % der produzierten ET-Kälber Bullenkälber sind. Nach Beurteilung durch den Tierzuchtbeamten werden 50 % der Bullenkälber für die Eigenleistungsprü-

fung selektiert.

$$w_{611} = 4.0$$

E₆₁₂ :

Wegen Verletzungen, Krankheit oder zu geringer Entwicklung scheiden 10 % der Bullen vor Abschluss der Eigenleistungsprüfung aus.

$$w_{612} = 1.11$$

E₆₁₃ :

Etwa 50 % der Bullen, die die Eigenleistungsprüfung abgeschlossen haben, werden gekört.

$$w_{613} = 2.0$$

E₆₁₄ :

Von den in die KB eingestellten Bullen scheiden vor dem Prüfeinsatz wegen Zuchtuntauglichkeit 20 % aus.

$$w_{614} = 1.25$$

E₆₁₅ :

Während des Prüfeinsatzes scheiden weitere 4 % aus.

$$w_{615} = 1.04$$

E₆₁₆ :

Die Ausfälle während der Wartebullenhaltung werden mit 10 % veranschlagt.

$$w_{616} = 1.11$$

E₆₁₇ :

Aus den Wartebullen werden auf Grund der Nachkommenleistung 20 % positiv geprüfte Bullen selektiert.

$$w_{617} = 5.0$$

4.1.4.7. Vorbereitung der Empfänger

E₇₁₁ :

Der Wiederholungsfaktor für die Brunstbeobachtung der Empfänger wird gemäß den Ausführungen in E₁₁₁ ermittelt.

$$w_{711} = 23.3$$

E₇₁₂ :

Da alle Tiere, die sich zwischen dem 6. und dem 16. Zyklustag befinden, für die Brunstsynchronisation geeignet sind, beträgt das Outputniveau 10. Nach rektaler Palpation werden 5 % ausselektiert.

$$w_{712} = 0.105$$

E₇₁₃ :

Die Brunstsynchronisation mit Prostaglandin F_{2α} ist zu 90 % erfolgreich.

$$w_{713} = 1.11$$

E₇₁₄ :

Nur bei 75 % der Empfängerkalbinnen ist die Zervixpassage am 7. Zyklustag problemlos möglich.

$$w_{714} = 1.33$$

E₇₂₁ :

Da die Empfänger ohne Brunstsynchronisation an Hand der Daten aus dem Brunstkalender direkt in das Transferprogramm eingeschleust werden, muss eine höhere Ausfallquote eingekalkuliert werden.

$$w_{721} = 26.25$$

E₇₂₂ :

90 % der Empfänger im geeigneten Zyklusstadium werden nach rektaler Kontrolle ins Programm übernommen.

$$w_{722} = 1.11$$

E₇₂₃ :

Siehe E₇₁₄ .

$$w_{723} = 1.33$$

4.2. Kostendaten

4.2.1. Investitionen für Gebäude und Einrichtung

Die Umbau- und Renovierungskosten (Tabelle 18) der angemieteten Gebäude enthalten alle Architekten-, Maurer-, Schreiner-, Installations-, Fliesen- und Bodenleger-, Stalleinrichtungen- und Malerleistungen. Der Betrag für die Einrichtung der Verwaltungs- und Sanitärräume enthält auch alle anfallen-

den Anschlußgebühren für Strom, Wasser, Abwasser, Gas und Telefon. Die Ausstattung im technischen Bereich erstreckt sich auf fertiginstallierte Anlagen, Apparate, Geräte und Instrumente.

Tabelle 18 : Investitionskosten und Abschreibungsdauer
für Umbau und Einrichtung

	Umbau und Renovierung	Abschreibungs- dauer (Jahre)
Arbeitsräume (150 m ²)	DM 90000.-	10
Stallräume		
Stallplatz Kuh	DM 1500.-	15
" Kalbin	DM 750.-	15
" Kalb	DM 400.-	10
	Einrichtung	
Arbeitsräume		
ohne Tiefgefrieren	DM 24000.-	15
mit "	DM 45000.-	10
Verwaltungs- und Sanitärräume	DM 20000.-	10

Die Investitionen werden mit Hilfe der Zins- und Abrechnungseinheiten (Tabelle 19) der E-Kombination E₃₁₁, E₃₁₂ (Selektion der Übertragungsfähigen Embryonen) dem Transferprogramm zugeordnet, bzw. bei Ermittlung der proportionalen Spezialkosten für die Tierhaltung berücksichtigt (Tabelle 20). Den Modellrechnungen werden eine Stationskapazität von 2000 Embryonen und ein Zinssatz von 8 % zugrundegelegt.

Tabelle 19 : Zins- und Abschreibungseinheiten je Embryo
für Arbeitsanlagen

Embryonen	Kapazität der Station								
	1000			2000			4000		
Zinssatz	6 %	8 %	10 %	6 %	8 %	10 %	6 %	8 %	10 %
ohne Tief-									
gefrieren	16.62	17.96	19.3	8.31	8.98	9.65	4.16	4.49	4.83
mit Tief-									
gefrieren	19.25	20.80	22.35	9.63	10.40	11.18	4.81	5.20	5.29

Tabelle 20 : Zins- und Abschreibungseinheiten je Platz
für Stallanlagen

Zinssatz	6 %	8 %	10 %
Kuh	145.-	160.-	175.-
Kalbin	72.50	80.-	87.50
Kalb	52.-	56.-	60.-

4.2.2. Kosten für Miete und Pacht

Die für die angemieteten Räume und Stallungen, sowie für die Pachtgrundstücke zu entrichtenden Leistungen sind in Tabelle 21 zusammengefaßt.

Die Pacht für Weide und die Stallplatzmiete wird über die proportionalen Spezialkosten verrechnet. Die Miete für die Arbeitsräume wird durch die Kapazität dividiert und auf die übertragungsfähigen Embryonen umgelegt.

Tabelle 21 : Miet- und Pachtpreise

pro Jahr		
Miete Arbeitsräume	DM 30.-	pro m ²
Pacht Wiesen	DM 400.-	pro ha
" Weiden	DM 300.-	"
Miete Stallplatz Kuh	DM 25.-	pro Platz
" " Kalbin	DM 15.-	"
" " Kalb	DM 5.-	"

$$K_{ME} = \frac{30 \cdot 150 (1+0.08)}{2000} = \text{DM } 2.43$$

K_{ME} = Kosten für eine Mieteinheit (pro Embryo)

4.2.3. Kosten für Personal

Die Personalkostenrechnung basiert auf der Jahreslohnaufwandssumme (JLS). In ihr sind das Gehalt des Mitarbeiters, Arbeitgeberanteile, Sozialleistungen und Versicherungen enthalten. Der Mitarbeiter steht der Station an 230 Tagen im Jahr für 8 Stunden zur Verfügung. Nach Abzug von 10 % für Disposition und nur bedingt produktionsabhängige Verwaltungs- und Organisationsaufgaben verbleiben 1656 Arbeitsstunden für die Produktion. Aus Jahreslohnaufwandssumme und Arbeitsstunden werden die Minutenarbeitskosten (MAK) errechnet (Tabelle 22).

Tabelle 22 : Kosten pro Mitarbeiter und Minute

	JLS (DM)	MAK (DM)
Tierarzt	54 000.-	0.544
Fachtechniker für Landwirtschaft	36 000.-	0.362
Besamungstechniker	32 000.-	0.322
Veterinärmedizinisch-technische		
Assistentin und Sekretärin	30 000.-	0.302
Kraftfahrer	31 000.-	0.312

4.2.4. Kosten für Bereitstellung des Tiermaterials

4.2.4.1. Kauf des Tiermaterials

Die Spender werden auf Zuchtviehmärkten und Versteigerungen angekauft, die Lieferung der Empfängerkalbinnen wird mit einem leistungsfähigen Lebendvieh-Handelsbetrieb, der in der Lage ist, gesunde, kräftige Tiere von konstanter Qualität und Größe zu einem Festpreis zu liefern, vertraglich geregelt.

Bei den angekauften Spendern tritt bis zum Wiederverkauf ein Wertverlust auf. Die Berechnungen gelten für die Dauer der Vorbereitung und Durchführung einer Spülung. Es wird ein Zeitraum von 3 Monaten veranschlagt.

$$K_{KS} = AP \frac{ZS \cdot M}{12} \cdot WV$$

$$K_{KE} = \frac{AP \cdot ZS}{2}$$

K_{KS} = Kosten bei Kauf des Spenders

K_{KE} = " " " " Empfängers

AP = Ankaufspreis

ZS = Zinssatz

M = Dauer der Haltung gekaufter Tiere in Monaten

WV = Wertverlust

2 = Wichtungsfaktor für kalkulatorische Durchschnittszinsen

$$K_{KS} = 6000 \frac{0.08 \cdot 3}{12} + 700 = \text{DM } 820.-$$

$$K_{KE} = \frac{1875 \cdot 0.08}{2} = \text{DM } 75.-$$

4.2.4.2. Leasing des Tiermaterials

Bei Anmietung des Tiermaterials im Leasing-Verfahren gestattet der Besitzer für die Dauer der Vorbereitung und Durchführung einer Spülung die erforderlichen Manipulationen und Behandlungen an seinen Tieren. Die Leasingverträge der Spender laufen 3 Monate, die der Empfänger 1 Jahr.

$$K_L = L + \frac{ZS \cdot M}{12} L$$

K_L = Kosten für Leasing des Tiermaterials

L = Leasinggebühr

M = Dauer des Leasingvertrages in Monaten

ZS = Zinssatz

Spender	: L_S = DM 500.-	K_{LS} = DM 510.-
Empfänger	: L_E = DM 100.-	K_{LE} = DM 108.-

4.2.5. Haltung des Tiermaterials

4.2.5.1. Haltung an der Station

Die proportionalen Spezialkosten sind in Tabelle 23 zusammengefaßt. Die Kosten für die Bereitstellung der Tiere sind in den proportionalen Spezialkosten nicht enthalten, da diese, ebenso wie die Haltungskosten, direkt in der Produktionsfunktion der jeweiligen Alternativprogramme berücksichtigt werden. Die Lohnkosten liegen über den üblichen Beträgen für Lohnbetriebe, da zusätzliche Arbeiten hinsichtlich Bereitstellung der Tiere für den ET eingeschlossen sind. Werden Leasingtiere an der Station gehalten, müssen die Erträge aus den marktfähigen Leistungen an die Besitzer weitergeleitet werden, da sonst die Leasinggebühren angehoben werden müssten. Bei Aufzucht der Kälber an der Station fallen die in Tabelle 24 aufgeführten Kosten an. Die Kälber werden bis zu einem Alter von 30 Tagen an der Station gehalten.

4.2.5.2. Haltung im Betrieb

Die Abrechnung erfolgt im allgemeinen über sogenannte Futtertagegelder. Sie müssen für Tiere bezahlt werden, die in

Tabelle 23 : Proportionale Spezialkosten bei Stations-
haltung

	Spender (DM)	Empfänger (DM)
Stallplatz (Abschreibung und Zinsen)	160.-	80.-
Miete Stallplatz	25.-	15.-
Pacht	280.-	160.-
Milchleistungsfutter	216.-	----
Getreide	230.-	180.-
Mineralfutter	60.-	30.-
Geräte, Wasser, Energie	105.-	30.-
Versicherungen	80.-	50.-
Lohnkosten	1000.-	300.-
Summe	2156.-	845.-
-Marktfähige Leistungen	1500.-	400.-
Proportionale Spezialkosten	<u>656.-</u>	<u>445.-</u> pro Jahr
Angekaufte Tiere	1.80	1.22 pro Tag
Angemietete Tiere	5.90	2.32 " "

Tabelle 24 : Proportionale Spezialkosten bei Aufzucht der
Kälber an der Station (30 Tage).

Stallplatz (Abschreibungen und Zinsen)	DM 56.-
Miete Stallplatz	DM 0.50
Vollmilch incl. Kolostralmilch	DM 25.-
Milchaustauscher	DM 35.-
Kälberaufzuchtfutter	DM 10.-
Heizung, Strom, Wasser	DM 20.-
Lohnkosten	DM 40.-
Proportionale Spezialkosten pro Kalb	DM 186.50
Proportionale Spezialkosten pro Tag	DM 6.21

Vertragsbetrieben gehalten werden.

Spender : K_{FS} = DM 1.50 pro Tag

Empfänger : K_{FE} = DM 2.- "

Kälber : K_{FK} = DM 5.- "

K_F = Kosten für Haltung im Betrieb

Das Futtertagegeld für Spender wird relativ niedrig veranschlagt, da die Erträge der Milchleistung der Spender dem Betrieb zufallen. Da die Station aus dem Gewichtszuwachs der Empfänger marktfähige Leistungen in Höhe von DM 1.10 pro Tag erzielen kann, verringert sich die Belastung durch das Futtertagegeld auf DM 0.9 pro Tag.

$$K_{FE \text{ korr.}} = 0.9$$

$K_{FE \text{ korr.}}$ = korrigiertes Futtertagegeld für Empfänger

4.2.6. Transport und Anfahrtkosten

4.2.6.1. Fuhrpark

Je nach Art der Organisation der Station (Transfer in Station oder Betrieb) sind Viehtransportwagen, Transfermobil und Praxismotoren erforderlich. Die Anschaffungspreise freier Stationen enthalten Kaufpreis, Sonderausstattung, Frachtkosten und Zulassungsgebühren. Die jährlichen Betriebskosten decken Kraftfahrzeugsteuer, Versicherung, Wartung und Repa-

raturen. Die variablen Betriebskosten umfassen Kraftstoff und Schmierstoffe (Tabelle 25). Die Zuordnung der effektiv anfallenden Kraftfahrzeugkosten zu den Produktionsverfahren wird über die jährliche Fahrleistung in Kosten pro Fahrkilometer angegeben:

$$K_{km} = \frac{ZAE + FB}{FL} + VB$$

K_{km} = Kosten pro Fahrkilometer in DM

ZAE = Zins und Abschreibungseinheit pro Jahr

FB = Fixe Betriebskosten pro Jahr

FL = Fahrleistung pro Jahr

VB = Variable Betriebskosten pro km

4.2.6.2. Kosten für Tiertransporte

Die Transporte umfassen die anteiligen Kosten für den Tiertransportwagen und den Fahrer. Eine Alternative ist die Vergabe der Tiertransporte zu einem Fixpreis an ein Dienstleistungsunternehmen. Die Anzahl anfallender Transporte ist abhängig von der Betriebsorganisation.

$$K_T = \frac{GK K_{km} + FZ MAK}{TF}$$

FZ = Fahrzeit in Minuten

K_T = Kosten für Transport eines Tieres

K_{km} = " " Fahrkilometer

MAK = Minutenarbeitskosten

GK = Gesamtkilometer pro Fahrt

TF = Anzahl transportierter Tiere pro Fahrt

Die Transportkosten für Spender und Empfängertiere sind der Tabelle 26 zu entnehmen.

Tabelle 25 : Kosten pro Kilometer

Anschaffungspreis	DM 40000.-	DM 25000.-	DM 20000.-
Jährliche Betriebskosten	DM 2500.-	DM 2000.-	DM 1500.-
Variable Betriebskosten	DM -.20	DM -.17	DM -.14
Abschreibungsdauer (Jahre)	15	10	8
Zins- und Abschreibungs- einheit	DM 4267.-	DM 3500.-	DM 3300.-
Jährliche Kilometer- leistung	15000	15000	20000
Kosten pro Kilometer	0.65	0.54	0.38

4.2.6.3. Kosten für Anfahrt bei Transfer auf dem Betrieb

Die Kosten für die Anfahrt sind abhängig von Entfernung, Zahl der besuchten Tiere pro Fahrt, Art des Fahrzeugs und Anzahl der fahrenden Mitarbeiter (Tabelle 26). Die Berechnungen werden nach folgender Formel durchgeführt:

$$K_B = \frac{GK K_{km} + FZ MAK}{b}$$

K_B = Kosten für Besuch pro Tier bei Haltung im Betrieb

b = Anzahl der besuchten Tiere

Die Berechnungen beruhen auf Schätzwerten. So wird angenommen, daß der Fachtechniker auf einer Fahrt von 200 km

Tabelle 26 : Anfahrt- und Transportkosten pro Tier

Personal	Gefahrene Kilometer	Fahrtzeit (Min.)	Tiere pro Fahrt	Fahrtkilometerkosten (DM)	Kosten pro Tier (DM)
Anfahrt Spender :					
Injektionen	200	180	12	0.38	11.76
Besamung	500	480	36	0.38	9.57
Palpation	200	180	12	0.38	11.16
Spülung	200	180	8	0.54	41.13
	TA, BT, BT				
Anfahrt Empfänger :					
Brunstsynchrisation	150	140	16	0.38	6.73
Transfer	150	140	12	0.54	21.08
Graviditätsdiagnose	200	180	30	0.38	4.46
Geburt	100	80	1	0.38	8.15
(10 % mit tierärztlicher Hilfe)					
Blutprobe	200	180	40	0.38	4.35
(Kälber und Empfänger)					
Transport Spender	300	480	12	0.65	28.73
Transport Empfänger	200	300	20	0.65	11.18
	KF				
	KF				

bei einer Fahrtzeit von 180 Minuten 12 Spender besuchen kann, bei denen er die erforderlichen Injektionen durchzuführen hat. Bei den Empfängertieren können pro Fahrt mehr Tiere besucht werden, da die Kalbinnen meist in größeren Herden gehalten werden. Bei den Kosten für tierärztliche Geburtshilfe wird angenommen, daß bei 10 % der Geburten der Tierarzt beigezogen wird.

Als Alternativmöglichkeit bietet sich zur Vorbereitung der Spender und Empfänger der vertraglich geregelte Einsatz von praktischen Tierärzten in deren Praxisgebiet an. Die Abrechnung erfolgt nach der Gebührenordnung für Tierärzte.

In Tabelle 27 sind die Produktionsfaktoreinheiten und Preise zusammengefaßt. Diese Faktorkosten liegen den Kostenberechnungen im Ergebnisteil zugrunde.

Tabelle 27: Produktionsfaktoreinheiten und Preise

PF 1	1 Arbeitsminute Tierarzt (TA)	DM 0.544
PF 2	1 " Fachtechniker (FT)	DM 0.362
PF 3	1 " Besamungstechniker (BT)	DM 0.322
PF 4	1 " Veterinärmedizinisch-Technische-Assistentin und Sekretärin (VTA)	DM 0.302
PF 5	1 I.E. Pregnant Mares Serum Gonadotropin (PMSG)	DM 0.003
PF 6	1 ml Prostaglandin F _{2α} -Lösung (PGF _{2α}) (= 250 µg Cloprostenol)	DM 7.20
PF 7	1 Portion Tiefgefriersperma	DM 10.00
PF 8	1 Einmalhandschuh für rektale Untersuchung	DM 0.10
PF 9	1 Besamungspipette	DM 0.20
PF 10	1 Einheit Operationsmaterial (OP-Handschuhe, Desinfektionsmittel etc.)	DM 3.00
PF 11	1 ml Phosphate buffered saline Medium (PBS)	DM 0.05
PF 12	1 ml Antibiotikallösung	DM 0.11
PF 13	1 Plastikschälchen	DM 0.08
PF 14	1 Einmalspritze und -kanüle	DM 0.12
PF 15	1 Dosis Lokalanästhetikum	DM 3.50
PF 16	1 l Physiologische Kochsalzlösung	DM 2.50
PF 17	1 Inhalationsnarkose für ein Großtier (Halothan, Lachgas, Sauerstoff)	DM 25.00
PF 18	1 ml Dimethylsulfoxid (DMSO)	DM 0.035
PF 19	1 Ampulle (Lagerung von tiefgefrorenen Embryonen, Transport der Blutprobe)	DM 0.70
PF 20	1 l Flüssiger Stickstoff	DM 1.00
PF 21	1 Katheter	DM 1.00
PF 22	1 Blutprobenuntersuchung für Identitätsnachweis	DM 35.00
PF 23	1 Zins- und Abschreibungseinheit, ohne Tiefgefr.	DM 8.98
PF 24	1 " " , mit "	DM 10.40
PF 25	1 Mieteinheit (für Arbeitsräume)	DM 2.43

PF 26	1	Einheit Verwaltungsaufwand (Telefongebühren, Schreibmaterial, Karteikarten etc.)	DM 0.50
PF 27	1	Bereitstellung eines Spenders durch Ankauf	DM 820.00
PF 28	1	" " Empfängers " "	DM 75.00
PF 29	1	" " Spenders durch Leasing	DM 510.00
PF 30	1	" " Empfängers " "	DM 108.00
PF 31	1	Tag Haltung Station, gekaufter Spender	DM 1.80
PF 32	1	" " " , geleaster "	DM 5.90
PF 33	1	" " Betrieb, gekaufter "	DM 1.50
PF 34	1	" " " , geleaster "	DM 0.50
PF 35	1	" " Station, gekaufter Empfänger	DM 1.22
PF 36	1	" " " , geleaster "	DM 2.32
PF 37	1	" " Betrieb, gekaufter "	DM 0.90
PF 38	1	" " " , geleaster "	DM 0.25
PF 39	1	" " Station, ET-Kalb	DM 6.21
PF 40	1	" " Betrieb, "	DM 5.00
PF 41	1	Transport eines Spenders	DM 28.73
PF 42	1	" " Empfängers	DM 11.18
PF 43	1	Anfahrt für eine Injektion	DM 11.76
PF 44	1	" " Künstliche Besamung	DM 9.57
PF 45	1	" " Rektale Untersuchung	DM 11.16
PF 46	1	" " Brunstsynchronisation	DM 6.73
PF 47	1	" " Spülung eines Spenders	DM 41.13
PF 48	1	" " Transfer eines Embryos	DM 21.08
PF 49	1	" " Graviditätsdiagnose	DM 4.46
PF 50	1	" " Geburtshilfe	DM 81.50
PF 51	1	" " Blutprobenentnahme (Empfänger und ET-Kalb)	DM 8.70

5. Ergebnisse

5.1. Kostensituation der ET-Programme für aktuelle Produktionsdaten

5.1.1. Gewinnung der Embryonen

Neben den vier Kombinationsmöglichkeiten der Spenderbereitstellung und -haltung beeinflusst die Wahl des biotechnischen Verfahrens der Gewinnung die Kosten pro Embryo. Reagieren 70 % der Spender positiv auf die Stimulation, und werden bei chirurgischem Transfer 7 und bei unblutigem Transfer 6 Embryonen gewonnen, errechnen sich die in Tabelle 28 aufgeführten Kosten für jeweils einen gewonnenen Embryo. Es zeigt sich, daß die chirurgische Gewinnung gegenüber der unblutigen Spülung durchschnittlich um DM 52.- weniger Kosten verursacht. Bei beiden Verfahren ist das Leasing der Spender und deren Verbleib im Betrieb des Besitzers mit DM 329.- bei unblutiger und DM 303.- pro Embryo bei chirurgischer Gewinnung die kostengünstigste Alternative.

5.1.2. Produktion von tiefgefrorenen Embryonen

Von den frischen Embryonen (5.1.1.) werden 50 % für den Tiefgefrierprozeß selektiert. Die technisch bedingten Verluste während der Manipulationen sind sehr gering (3 %).

Tabelle 28 : Kosten der Embryogewinnung(in DM pro Embryo unter Einbeziehung aller Vorkosten).

Spender		Gewinnung der Embryonen	
Bereit- stellung	Haltung	unblutig	chirurgisch
K	St	467.-	408.-
K	Be	495.-	431.-
L	St	427.-	367.-
L	Be	329.-	303.-

Tabelle 29 : Kosten pro tiefgefrorenem Embryo (in DM pro Embryo unter Einbeziehung aller Vorkosten).

Spender		Gewinnung der Embryonen	
Bereit- stellung	Haltung	unblutig	chirurgisch
K	St	727.-	634.-
K	Be	771.-	669.-
L	St	666.-	572.-
L	Be	516.-	474.-

K = Kauf des Tiermaterials

S = Spender

L = Leasing des "

E = Empfänger

St = Haltung an Station

BS = Brunstsynchronisation

Be = " im Betrieb

Die Kostenunterschiede, die bei frischen Embryonen gefunden werden, verstärken sich durch den Personal- und Sachaufwand des Tiefgefrierens und den geringen Anteil der geeigneten Embryonen. Die ungünstigste Organisationsform ist der Kauf der Spender mit anschließender Haltung in Pensionsbetrieben (Tabelle 29). Beim Leasing der Spender und Haltung im Betrieb kostet ein tiefgefrorener Embryo DM 516.- bzw. DM 474.-.

5.1.3. Produktionskosten für ET-Graviditäten, ET-Kälber und ET-Altbullen

Wie aus Tabelle 28 und 29 zu ersehen ist, sind die übertragbaren Embryonen bereits mit unterschiedlichen Kosten belastet. Trotzdem werden die Kostenberechnungen der Zwischen- oder Endprodukte nicht nur für die günstigste Kombination durchgeführt, da die Entwicklung der Selbstkosten für alle möglichen Alternativen aufgezeigt werden soll. Insbesondere wird gerade der Kostensituation der chirurgisch gewonnenen Embryonen trotz der niedrigen Erstellungskosten weniger Aufmerksamkeit gewidmet, da dieses Verfahren fast gänzlich durch die unblutige Spülung der Spender abgelöst wurde.

Die Graviditätsrate bei unblutigem Transfer wird fixiert auf 40 % bei Übertragung von frischen und 20 % bei Übertragung von tiefgefrorenen Embryonen. Nach chirurgischem Transfer werden 70 % bzw. 35 % Graviditätsrate angenommen. In

den Tabellen 30 mit 36 sind die Kosten für alle Kombinationsmöglichkeiten der Tiermaterialbereitstellung und -haltung aufgeführt. Weiterhin wird bei den Empfängern berücksichtigt, ob sie mittels Brunstsynchronisation(BS) auf den Transfer abgestimmt werden, oder ob aus einer entsprechend großen Herde die Tiere selektiert werden, die sich im Zyklus am 7. Tag nach der Brunst befinden (mit BS). Die Kosten pro Gravidität bei Transfer von unblutig gewonnenen Embryonen (Tabelle 30) zeigen, daß die Brunstsynchronisation der Empfänger in allen Fällen die Kosten um durchschnittlich DM 285.- senkt. Dieser Effekt verstärkt sich bei den weiteren Endprodukten noch (Tabelle 31,32,33). Der günstigste Wert für die Produktion einer Gravidität beträgt DM 687.-, die höchsten Kosten betragen DM 2339.-.

An Hand der Tabellen 31 und 32 kann der Effekt der chirurgischen Gewinnung von Embryonen bei Produktion eines ET-Kalbes geschätzt werden. Bei chirurgischem Transfer mit Brunstsynchronisation der Empfänger sind die Kosten für Kälber aus chirurgisch gewonnenen Embryonen nur ca DM 80.- niedriger. Es muß jedoch beachtet werden, daß im günstigsten Fall ein Kalb aus unblutig gewonnenen Embryonen DM 1084.- kostet, und nur um DM 41.- teurer als das ET-Kalb aus chirurgisch gewonnenen Embryonen ist. Einen starken Einfluß auf die Kosten hat das Verfahren der Übertragung. Kälber aus chirurgischem Transfer verursachen Kosten, die durchschnittlich um DM 650.- geringer sind als nach

Tabelle 30 : Kosten für die Produktion einer ET-Gravidität
bei Übertragung von frischen Embryonen.

Gewinnung d. E.		unblutig			
Transfer d. E.		unblutig		chirurgisch	
Empfänger		ohne BS	mit BS	ohne BS	mit BS
Bereit- stellung	Haltung				
S E	S E				
K K	St St	1828.-	1517.-	1038.-	900.-
K K	St Be	1911.-	1545.-	1079.-	917.-
K K	Be St	1897.-	1611.-	1078.-	951.-
K K	Be Be	1980.-	1639.-	1119.-	968.-
K L	St St	2270.-	1698.-	1249.-	995.-
K L	St Be	1815.-	1455.-	1028.-	869.-
K L	Be St	2339.-	1793.-	1289.-	1046.-
K L	Be Be	1884.-	1549.-	1068.-	920.-
L K	St St	1732.-	1421.-	983.-	845.-
L K	St Be	1815.-	1449.-	1024.-	862.-
L K	Be St	1495.-	1209.-	846.-	719.-
L K	Be Be	1578.-	1237.-	887.-	736.-
L L	St St	2174.-	1602.-	1193.-	940.-
L L	St Be	1719.-	1359.-	1482.-	1147.-
L L	Be St	1937.-	1390.-	1056.-	814.-
L L	Be Be	1482.-	1147.-	836.-	687.-

Tabelle 31 : Kosten für die Produktion eines ET-Kalbes
bei Übertragung von frischen Embryonen
(unblutige Gewinnung der Embryonen)

Gewinnung d. E.		unblutig			
Transfer d. E.		unblutig		chirurgisch	
Empfänger		ohne BS	mit BS	ohne BS	mit BS
Bereit- stellung	Haltung				
	S E				
K K	St St	2605.-	2271.-	1759.-	1611.-
K K	St Be	2583.-	2190.-	1691.-	1517.-
K K	Be St	2679.-	2373.-	1802.-	1666.-
K K	Be Be	2657.-	2291.-	1734.-	1572.-
K L	St St	3396.-	2783.-	2302.-	2030.-
K L	St Be	2292.-	1906.-	1449.-	1278.-
K L	Be St	3470.-	2884.-	2345.-	2085.-
K L	Be Be	2366.-	2007.-	1491.-	1333.-
L K	St St	2503.-	2169.-	1700.-	1552.-
L K	St Be	2480.-	2087.-	1632.-	1458.-
L K	Be St	2249.-	1942.-	1553.-	1417.-
L K	Be Be	2226.-	1860.-	1485.-	1323.-
L L	St St	3294.-	2680.-	2242.-	1971.-
L L	St Be	2189.-	1803.-	1389.-	1218.-
L L	Be St	3040.-	2454.-	2056.-	1836.-
L L	Be Be	1935.-	1576.-	1243.-	1084.-

Tabelle 32 : Kosten für die Produktion eines ET-Kalbes
bei Übertragung von frischen Embryonen.
(chirurgische Gewinnung der Embryonen)

Gewinnung d. E.		chirurgisch			
Transfer d. E.		unblutig		chirurgisch	
Empfänger		ohne BS	mit BS	ohne BS	mit BS
Bereit- stellung	Haltung				
S E	S E				
K K	St St	2447.-	2113.-	1668.-	1520.-
K K	St Be	2425.-	2032.-	1600.-	1426.-
K K	Be St	2507.-	2200.-	1702.-	1566.-
K K	Be Be	2484.-	2118.-	1634.-	1472.-
K L	St St	3238.-	2625.-	2211.-	1939.-
K L	St Be	2134.-	1748.-	1357.-	1187.-
K L	Be St	3298.-	2712.-	2245.-	1985.-
K L	Be Be	2193.-	1835.-	1392.-	1233.-
L K	St St	2343.-	2009.-	1607.-	1459.-
L K	St Be	2320.-	1927.-	1540.-	1366.-
L K	Be St	2177.-	1871.-	1512.-	1376.-
L K	Be Be	2154.-	1789.-	1444.-	1282.-
L L	St St	3134.-	2520.-	2150.-	1878.-
L L	St Be	2029.-	1643.-	1297.-	1126.-
L L	Be St	2968.-	2382.-	2055.-	1795.-
L L	Be Be	1863.-	1505.-	1201.-	1043.-

Tabelle 33 : Kosten für den Einsatz von ET bei Selektion
eines positiv geprüften ET-Altbullen
(Kosten für weibliche Kälber mitenthalten).

Gewinnung d. E.		unblutig			
Transfer d. E.		unblutig		chirurgisch	
Empfänger		ohne BS	mit BS	ohne BS	mit BS
Bereit- stellung	Haltung				
S E	S E				
K K	St St	166922.-	145524.-	112693.-	103214.-
K K	St Be	165461.-	140284.-	108363.-	97211.-
K K	Be St	171660.-	152019.-	115430.-	106729.-
K K	Be Be	170200.-	146779.-	111100.-	100726.-
K L	St St	217604.-	178309.-	147479.-	130072.-
K L	St Be	146828.-	122099.-	92821.-	81866.-
K L	Be St	222342.-	184804.-	150216.-	133587.-
K L	Be Be	151566.-	128594.-	95558.-	85381.-
L K	St St	160335.-	138937.-	108888.-	99410.-
L K	St Be	158874.-	133697.-	104559.-	93406.-
L K	Be St	144059.-	124418.-	99488.-	90787.-
L K	Be Be	142599.-	119179.-	95158.-	84783.-
L L	St St	211017.-	171722.-	143674.-	126267.-
L L	St Be	140241.-	115512.-	89016.-	78062.-
L L	Be St	194741.-	157203.-	134273.-	117645.-
L L	Be Be	123966.-	100994.-	79615.-	69439.-

blutigem Transfer (Tabelle 31).

Das eigentliche Ziel des Einsatzes von ET im Bullenmütterpfad, die Selektion von geprüften ET-Altbullen, erfordert erwartungsgemäß einen hohen monetären Aufwand. Die Kosten in Tabelle 33 enthalten außer den Aufzuchtkosten für die Kälber bis zum 30. Tag keine Beträge für Aufzucht der Jungbullen, Haltung der Bullen und Bullenprüfverfahren. Im EDV-Programm werden jedoch die Wiederholungsfaktoren für die einzelnen Selektionsstufen des Prüfverfahrens berücksichtigt, so daß die errechneten Kosten (Tabelle 33) den finanziellen Aufwand wiedergeben, der für die Bereitstellung einer ausreichenden Zahl von ET-Bullenkälbern, aus denen ein geprüfter Bulle selektiert wird, erforderlich ist. Diese Kosten betragen im günstigsten Fall DM 69 439.- . Die Embryonen werden unblutig gewonnen und chirurgisch auf synchronisierte Empfänger übertragen. Spender und Empfänger werden für ET angemietet und verbleiben im Betrieb des Besitzers. Die Alternative, das Tiermaterial zu kaufen und an der Station zu halten, verursacht Kosten, die fast um DM 33 000.- höher sind.

Die Erfolgsraten nach Übertragung von tiefgefrorenen Embryonen betragen derzeit bei unblutigem Transfer etwa 20 % und bei chirurgischem Transfer 35 %. Die großen Ausfälle und der zusätzliche Arbeitsaufwand verursachen hohe Kosten, die durch die Einsparungen auf der Empfängerseite abgedeckt werden müssen. In Tabelle 34 sind die Kosten für ET-Programme

Tabelle 34: Kosten bei Übertragung von tiefgefrorenen Embryonen

Transfer	Gravidität				Kalb		Altbulle	
	unbl. chir.				unbl. chir.		unbl. chir.	
Bereit- Haltung stellung								
S E S E								
K K St St	4907.- 2839.-				5904.- 3688.-		378325.-236318.-	
K K St Be	5135.- 2948.-				6036.- 3694.-		386784.-236689.-	
K K Be St	5135.- 2970.-				6148.- 3829.-		393948.-245342.-	
K K Be Be	5363.- 3080.-				6280.- 3835.-		402407.-245712.-	
K L St St	5581.- 3166.-				6943.- 4356.-		444861.-279136.-	
K L St Be	5067.- 2901.-				5776.- 3455.-		370098.-221412.-	
K L Be St	5808.- 3298.-				7187.- 4497.-		460483.-288160.-	
K L Be Be	5295.- 3032.-				6020.- 3596.-		385720.-230435.-	
L K St St	4591.- 2656.-				5565.- 3492.-		356607.-223774.-	
L K St Be	4819.- 2766.-				5698.- 3498.-		365067.-224145.-	
L K Be St	3809.- 2204.-				4728.- 3008.-		302949.-192780.-	
L K Be Be	4037.- 3214.-				4860.- 3014.-		311408.-193151.-	
L L St St	5264.- 2984.-				6604.- 4161.-		423143.-266592.-	
L L St Be	4751.- 2718.-				5437.- 3260.-		348380.-208867.-	
L L Be St	4482.- 2532.-				5766.- 3677.-		369484.-235598.-	
L L Be Be	3969.- 2267.-				4600.- 2776.-		294722.-177874.-	

mit Einsatz von Tiefgefrierverfahren zusammengestellt. Die Beträge für ein Kalb aus einem tiefgefrorenen Embryo liegen zwischen DM 2776.- bei chirurgischem und DM 4600.- bei unblutigem Transfer. Für einen selektierten ET-Altbullen im Tiefgefrierprogramm müssen etwa DM 178 000.- veranschlagt werden.

Bei Übertragung von 2 Embryonen auf ein Empfängertier wird eine Graviditätsrate von 75 % erreicht, wenn je ein Embryo in ein Uterushorn übertragen wird. Pro gravidem Empfänger werden 1.3 Kälber erwartet. Pro Kalb entstehen nach chirurgischem Transfer Kosten in Höhe von DM 1137.- (Leasing des Tiermaterials, Haltung im Betrieb, unblutige Gewinnung der Embryonen, Brunstsynchronisation der Empfänger).

5.2. Kosten für den Einsatz von ET bei variablen Erfolgsquoten

Die Planung des Einsatzes von ET in zukünftigen Programmen geht meist davon aus, daß die Embryonen unblutig gewonnen und übertragen werden, da diese Verfahren einfacher durchzuführen sind und möglicherweise von angelernten Besamungstechnikern vorgenommen werden können. Für die Anwendung in der gesamten Population wäre dies aus organisatorischen Gründen wünschenswert. Die derzeitigen geringen Erfolgsquoten der unblutigen Techniken bedingen jedoch hohe Kosten.

Tabelle 35: Kosten pro ET-Kalb bei variablen Erfolgsquoten des ET
(unblutige Gewinnung, unblutiger Transfer)

Anzahl gew. Embryo- nen	Anteil positiv stimul. Spender	Graviditätsrate										
		30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %
4	65 %	2625.-	2300.-	2056.-	1866.-	1714.-	1590.-	1486.-	1399.-	1323.-	1258.-	1201.-
	70 %	2515.-	2206.-	1973.-	1793.-	1648.-	1530.-	1431.-	1348.-	1276.-	1214.-	1160.-
	75 %	2420.-	2124.-	1902.-	1729.-	1591.-	1478.-	1384.-	1304.-	1236.-	1176.-	1125.-
	80 %	2337.-	2053.-	1840.-	1674.-	1541.-	1433.-	1342.-	1266.-	1200.-	1143.-	1093.-
5	65 %	2284.-	2007.-	1800.-	1638.-	1509.-	1403.-	1315.-	1241.-	1177.-	1122.-	1073.-
	70 %	2196.-	1932.-	1734.-	1580.-	1456.-	1356.-	1272.-	1200.-	1140.-	1087.-	1040.-
	75 %	2120.-	1867.-	1677.-	1529.-	1411.-	1314.-	1234.-	1165.-	1107.-	1056.-	1012.-
	80 %	2053.-	1810.-	1627.-	1485.-	1371.-	1278.-	1200.-	1135.-	1078.-	1030.-	987.-
6	65 %	2056.-	1812.-	1629.-	1486.-	1373.-	1279.-	1202.-	1136.-	1080.-	1031.-	988.-
	70 %	1983.-	1749.-	1574.-	1438.-	1329.-	1239.-	1165.-	1102.-	1048.-	1002.-	961.-
	75 %	1920.-	1695.-	1526.-	1395.-	1291.-	1205.-	1133.-	1073.-	1021.-	976.-	931.-
	80 %	1864.-	1647.-	1485.-	1358.-	1257.-	1175.-	1106.-	1047.-	997.-	954.-	916.-
7	65 %	1894.-	1673.-	1507.-	1378.-	1275.-	1191.-	1120.-	1061.-	1010.-	966.-	927.-
	70 %	1831.-	1619.-	1460.-	1336.-	1237.-	1156.-	1089.-	1032.-	983.-	941.-	904.-
	75 %	1777.-	1572.-	1419.-	1300.-	1205.-	1127.-	1062.-	1007.-	960.-	919.-	883.-
	80 %	1729.-	1532.-	1384.-	1268.-	1176.-	1101.-	1038.-	985.-	939.-	900.-	865.-
8	65 %	1772.-	1568.-	1416.-	1297.-	1202.-	1124.-	1059.-	1005.-	958.-	917.-	881.-
	70 %	1717.-	1521.-	1374.-	1260.-	1169.-	1094.-	1032.-	979.-	934.-	895.-	861.-
	75 %	1669.-	1480.-	1339.-	1229.-	1140.-	1068.-	1008.-	957.-	914.-	876.-	843.-
	80 %	1628.-	1445.-	1308.-	1201.-	1115.-	1046.-	987.-	938.-	896.-	859.-	827.-

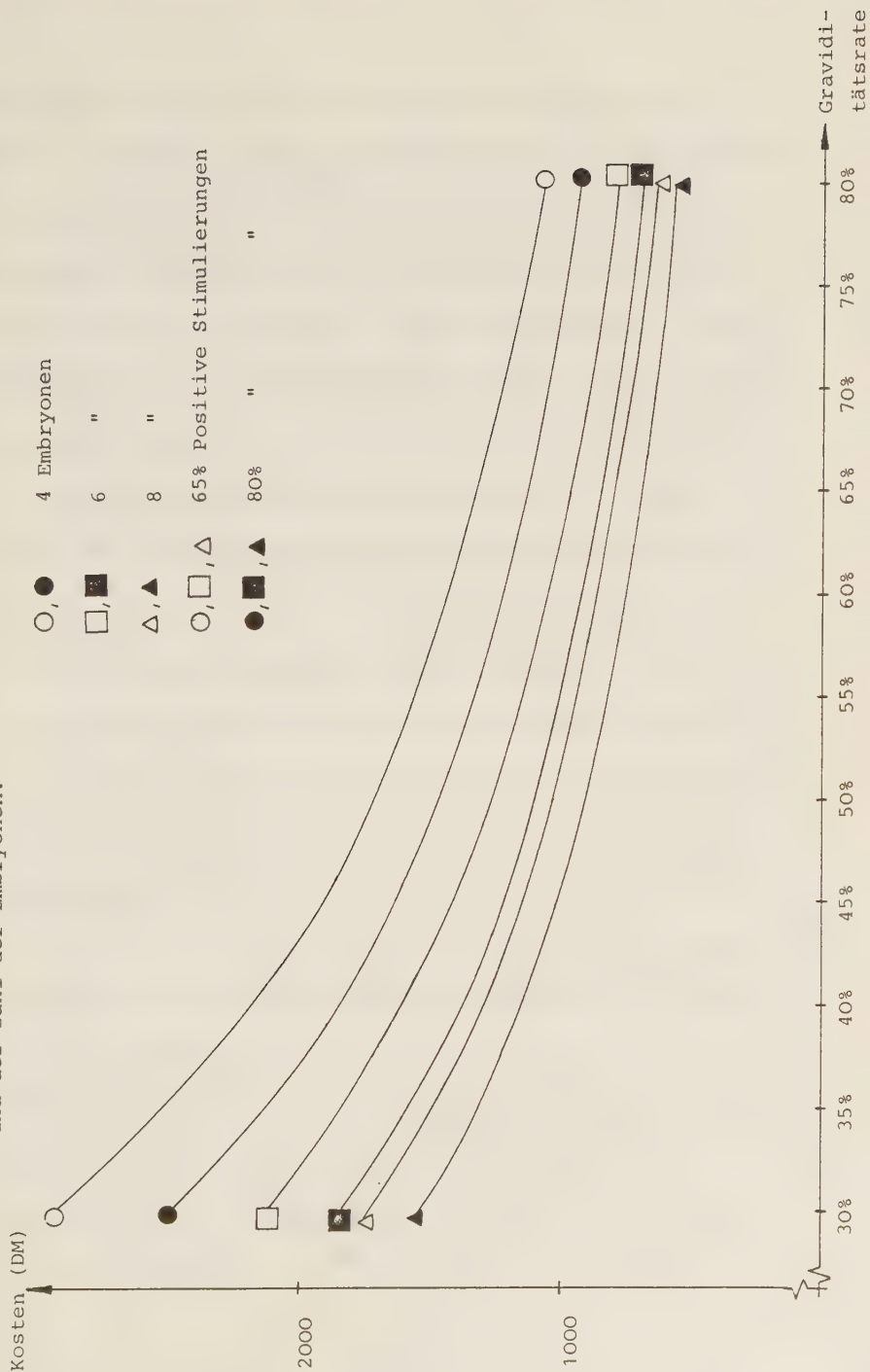
Tabelle 36 : Kosten bei Übertragung von tiefgefrorenen
Embryonen mit höheren Erfolgsquoten

		Gravidität	Kalb	Altbulle
Transfer		unbl. chir.	unbl. chir.	unbl. chir.
Bereit- stellung	Haltung			
S E	S E			
K K	St St	2454.- 1420.-	3276.- 2168.-	209875.-138872.-
K K	St Be	2568.- 1474.-	3286.- 2115.-	210524.-135476.-
K K	Be St	2568.- 1485.-	3398.- 2238.-	217686.-143383.-
K K	Be Be	2682.- 1540.-	3408.- 2185.-	218335.-139988.-
K L	St St	2791.- 1583.-	3954.- 2660.-	253308.-170446.-
K L	St Be	2534.- 1451.-	3062.- 1902.-	196174.-121831.-
K L	Be St	2904.- 1649.-	4076.- 2731.-	261119.-174958.-
K L	Be Be	2648.- 1516.-	3184.- 1972.-	203985.-126342.-
L K	St St	2296.- 1328.-	3106.- 2070.-	199016.-132599.-
L K	St Be	2410.- 1383.-	3116.- 2017.-	199665.-129204.-
L K	Be St	1905.- 1102.-	2688.- 1828.-	172187.-117103.-
L K	Be Be	2019.- 1157.-	2698.- 1775.-	172835.-113707.-
L L	St St	2632.- 1492.-	3784.- 2562.-	242449.-164174.-
L L	St Be	2376.- 1359.-	2892.- 1804.-	185315.-115559.-
L L	Be St	2241.- 1266.-	3365.- 2321.-	215620.-148677.-
L L	Be Be	1985.- 1134.-	2474.- 1562.-	158486.-100062.-

40 % Graviditätsrate bei unblutigem Transfer

70 % " bei chirurgischem Transfer

Abbildung 4: Kosten pro ET-Kalb in Abhängigkeit von der Graviditätsrate, der Stimulierungsrate und der Zahl der Embryonen.



Mit Hilfe der Produktionsfunktion werden die Kosten für ET geschätzt, die bei einer Verbesserung der Erfolgsquoten erreicht werden. Der Einsatz der Produktionsfaktoren pro E-Kombination und die Preise der Faktoren sind unverändert eingesetzt. Die Wiederholungsfaktoren für den Anteil der erfolgreich stimulierten Spender, die Anzahl der unblutig gewonnenen Embryonen und die Graviditätsrate nach unblutigem Transfer werden im EDV-Programm variiert. Der Berechnung liegt bezüglich Tiermaterial die kostengünstigste Kombination zugrunde, das ist die Anmietung der Tiere und deren Haltung im Betrieb des Besitzers. Die Empfänger werden synchronisiert.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 35 zusammengefaßt. Es kann an Hand der Zahlen geschätzt werden, daß die Erhöhung der Graviditätsrate um 5 % eine Kostensenkung bewirkt, die in der gleichen Größenordnung liegt, wie die Kostensenkung bei Verbesserung des Anteils der positiv stimulierten Tiere von 65 % auf 80 % oder bei Erhöhung der Zahl der gewonnenen Embryonen um einen Embryo, wenn die Kostensenkung auf den jeweiligen Ausgangswert bezogen wird.

Um Kosten von DM 1000.- pro ET-Kalb oder darunter zu erreichen, müssen mindestens 60% Graviditätsrate und 6 gewonnene Embryonen pro Spülung realisiert werden.

Abbildung 4 zeigt für einige Erfolgsquoten die Kostenentwicklung. Bei niedriger Graviditätsrate hat die Anzahl der Embryonen und die Stimulierungsrate einen großen Einfluß auf die Höhe der Kosten. Bei einer hohen Graviditätsrate werden die Kostenunterschiede geringer. Weiterhin nimmt die absolute Größe der Kostendegression durch Verbesserung der Erfolgsquoten bei höheren Ausgangswerten ab.

Höhere Graviditätsraten beim Transfer von tiefgefrorenen Embryonen führen zu beachtlichen Kostensenkungen. Den Berechnungen der Kosten in Tabelle 36 liegen die zur Zeit erreichten Erfolgsquoten von 40 % bei unblutigem und 70 % bei chirurgischem Transfer von frischen Embryonen zugrunde. Die Kosten senken sich dadurch auf DM 2474.- für ein ET-Kalb nach unblutigem Transfer eines tiefgefrorenen Embryos. Dies sind 46 % weniger Kosten als der zur Zeit erreichbare Wert (Tabelle 34), aber die Kosten liegen noch 64 % über den Kosten bei unblutigem Transfer von frischen Embryonen (Tabelle 32).

5.3. Kosten für den Einsatz von ET in Herden

Die bisherigen Berechnungen gingen davon aus, daß eine Station, die entweder eigenständig produziert oder einer Besamungsgenossenschaft angegliedert ist, mit Hilfe von ET durch Erhöhung der Vermehrungsrate von Bullenmüttern durch Kauf oder Anmietung von Spendern vermehrt hervorragende

Genotypen für das Besamungszuchtprogramm gewinnen will.

Die Anwendung von ET zur Erhöhung der Selektionsintensität im Pfad Mutter-Tochter erfolgt innerhalb von Zuchttierherden. Auftraggeber sind die Besitzer des Tiermaterials. Da sie für die Bereitstellung und Haltung der Spender und Empfänger sorgen, können diese Kosten bei den Berechnungen ausgeklammert werden. Auch dem Betrieb entstehen keine zusätzlichen Haltungskosten, da in einem gutgeführten Zuchtbetrieb genügend Jungtiere aufgezogen werden, die als Empfänger eingesetzt werden können. Trotzdem dürfte dieses Empfängerpotential nicht ausreichen, um ein ET-Programm mit frischen Embryonen ohne Brunstsynchronisation durchzuführen. Die Gewinnung und Übertragung der Embryonen erfolgt unblutig.

Die Kosten des Transfers von tiefgefrorenen Embryonen werden nicht berechnet, da selbst bei einer Verdoppelung der zur Zeit erreichten Erfolgsquoten dieses Verfahren noch wesentlich teurer ist, als der Transfer von frischen Embryonen mit Brunstsynchronisation der Empfänger (Tabelle 32 und 36).

Die Berechnung der anfallenden Kosten erfolgt mit Hilfe des EDV-Programmes "ET-Produktionskostenfunktion". Wie dem Zuordnungsnetz (Tabelle 16, Anhang) entnommen werden kann, werden lediglich die Produktionsfaktoren 27 bis 42 ausgegliedert.

Diese Faktoren betreffen die Tiertransporte und die Bereitstellung und Haltung des Tiermaterials. Alle anderen Kosteneinflußgrößen verbleiben im Programm.

Die Kosten für die Gewinnung eines Embryos liegen je nach Stimulierungsrate und Anzahl der gewonnenen Embryonen bei unblutiger Spülung zwischen DM 79.- und DM 172.- (Tabelle 37). Kosten in Höhe von DM 116.- sind bei dem derzeitigen Stand der Biotechnik realisierbar.

Tabelle 37 : Kosten für die Gewinnung eines Embryos
ohne Spenderkosten

Anzahl Embryonen	Positive Stimulierung			
	65 %	70 %	75 %	80 %
4	172.-	164.-	158.-	152.-
5	141.-	135.-	130.-	126.-
6	121.-	116.-	112.-	108.-
7	107.-	103.-	99.-	96.-
8	96.-	92.-	89.-	86.-
9	88.-	84.-	81.-	79.-

Die Kosten für die Produktion einer ET-Gravidität (Tabelle 38) in einem Zuchtbetrieb umfassen alle transferbedingten Aufwendungen, einschließlich Verwaltungsaufwand, Anfahrt-

Tabelle 38 : Kosten pro ET-Gravidität bei variablen Erfolgsquoten
und ohne Kosten für Bereitstellung und Haltung des Tiermaterials

		G R A V I D I T Ä T S R A T E											
Anzahl gew. Embryo- nen	Anteil positiv stimul. Spender	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	
4	65 %	916.-	785.-	687.-	611.-	550.-	500.-	458.-	423.-	393.-	366.-	344.-	
	70 %	892.-	765.-	669.-	595.-	535.-	487.-	446.-	412.-	382.-	357.-	335.-	
	75 %	871.-	747.-	653.-	581.-	523.-	475.-	436.-	402.-	373.-	348.-	327.-	
	80 %	853.-	731.-	640.-	569.-	512.-	465.-	427.-	394.-	366.-	341.-	320.-	
5	65 %	818.-	701.-	614.-	546.-	491.-	446.-	409.-	378.-	351.-	327.-	307.-	
	70 %	799.-	685.-	599.-	533.-	479.-	436.-	400.-	369.-	342.-	320.-	300.-	
	75 %	782.-	671.-	587.-	522.-	469.-	427.-	391.-	361.-	335.-	313.-	293.-	
	80 %	768.-	658.-	576.-	512.-	461.-	419.-	384.-	354.-	329.-	307.-	288.-	
6	65 %	753.-	646.-	565.-	502.-	452.-	411.-	377.-	348.-	323.-	301.-	282.-	
	70 %	737.-	632.-	553.-	491.-	442.-	402.-	369.-	340.-	316.-	295.-	276.-	
	75 %	723.-	620.-	542.-	482.-	434.-	394.-	362.-	334.-	310.-	289.-	281.-	
	80 %	711.-	609.-	533.-	474.-	427.-	388.-	356.-	328.-	305.-	284.-	267.-	
7	65 %	707.-	606.-	530.-	471.-	424.-	385.-	353.-	326.-	303.-	283.-	265.-	
	70 %	693.-	594.-	520.-	462.-	416.-	378.-	346.-	320.-	297.-	277.-	260.-	
	75 %	681.-	584.-	511.-	454.-	409.-	371.-	340.-	314.-	292.-	272.-	255.-	
	80 %	671.-	575.-	503.-	447.-	402.-	366.-	335.-	309.-	287.-	268.-	251.-	
8	65 %	672.-	576.-	504.-	448.-	403.-	366.-	336.-	310.-	288.-	269.-	252.-	
	70 %	660.-	565.-	495.-	440.-	396.-	360.-	330.-	304.-	283.-	264.-	247.-	
	75 %	649.-	556.-	487.-	433.-	390.-	354.-	325.-	300.-	278.-	260.-	243.-	
	80 %	640.-	549.-	480.-	427.-	384.-	349.-	320.-	295.-	274.-	256.-	240.-	

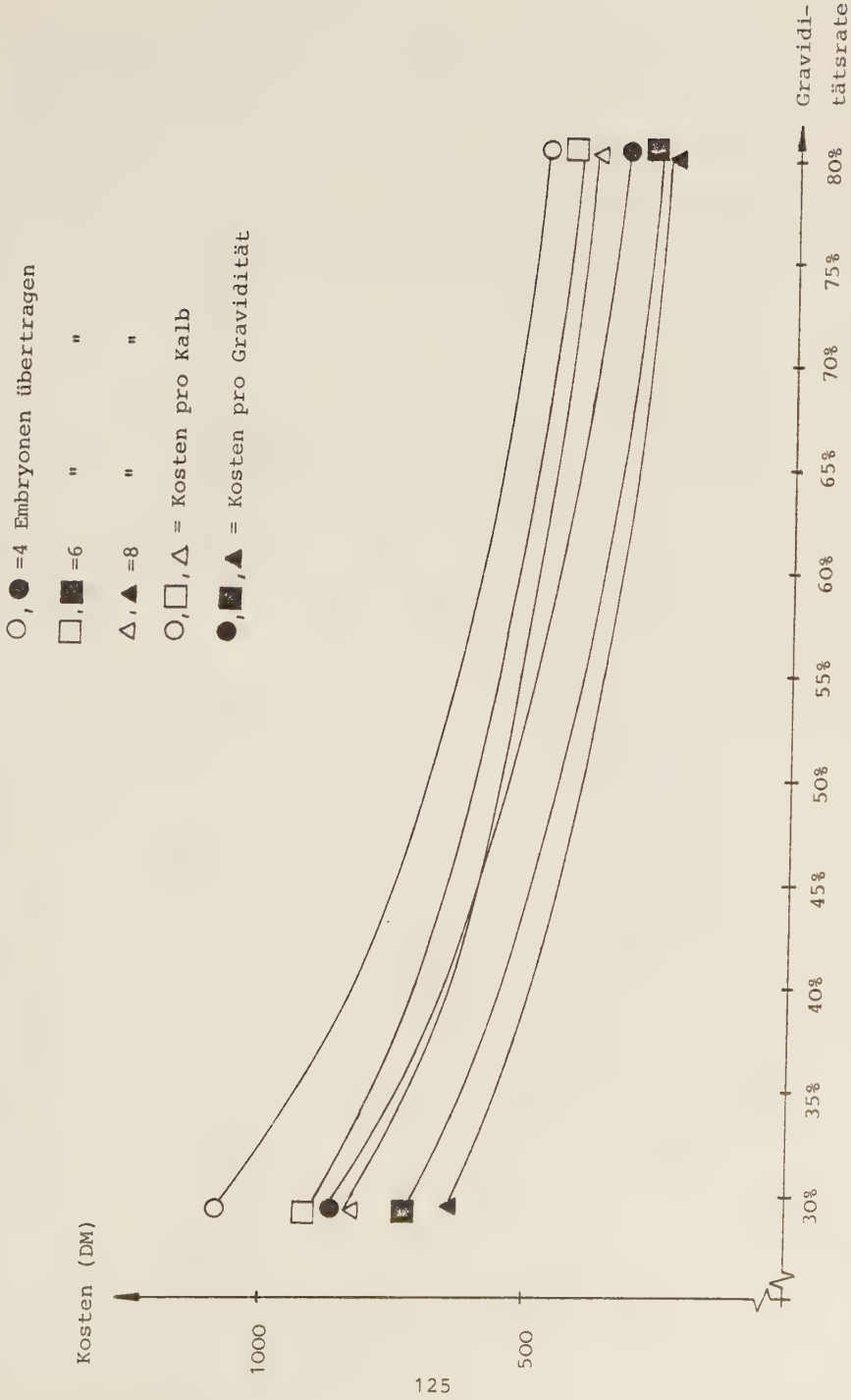
Tabelle 39 : Kosten pro Kalb bei variablen Erfolgsquoten und ohne Kosten für Bereitstellung und Haltung des Tiermaterials

Anzahl gew. Embryo- nen	Anteil positiv stimul. Spender	G R A V I D I T Ä T S R A T E										
		30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %
4	65 %	1105.-	965.-	860.-	778.-	713.-	659.-	614.-	577.-	544.-	516.-	492.-
	70 %	1079.-	943.-	840.-	761.-	697.-	645.-	602.-	565.-	533.-	506.-	482.-
	75 %	1057.-	924.-	824.-	746.-	684.-	633.-	590.-	554.-	524.-	497.-	474.-
	80 %	1038.-	907.-	809.-	733.-	672.-	622.-	581.-	545.-	515.-	489.-	466.-
5	65 %	1000.-	875.-	781.-	708.-	650.-	602.-	562.-	528.-	499.-	474.-	452.-
	70 %	980.-	857.-	766.-	694.-	637.-	591.-	552.-	519.-	491.-	466.-	445.-
	75 %	962.-	842.-	752.-	683.-	627.-	581.-	543.-	511.-	483.-	459.-	438.-
	80 %	946.-	829.-	741.-	672.-	617.-	572.-	535.-	503.-	476.-	453.-	432.-
6	65 %	931.-	815.-	729.-	662.-	608.-	564.-	527.-	496.-	469.-	446.-	426.-
	70 %	913.-	801.-	716.-	650.-	597.-	554.-	519.-	488.-	462.-	440.-	420.-
	75 %	899.-	788.-	705.-	640.-	589.-	546.-	511.-	481.-	456.-	434.-	414.-
	80 %	885.-	777.-	695.-	632.-	581.-	539.-	505.-	475.-	450.-	428.-	409.-
7	65 %	881.-	773.-	691.-	628.-	578.-	537.-	502.-	473.-	448.-	426.-	408.-
	70 %	866.-	760.-	680.-	619.-	569.-	529.-	495.-	466.-	442.-	421.-	402.-
	75 %	853.-	749.-	671.-	610.-	561.-	522.-	488.-	460.-	436.-	415.-	397.-
	80 %	842.-	739.-	662.-	603.-	555.-	515.-	483.-	455.-	432.-	411.-	393.-
8	65 %	843.-	740.-	663.-	603.-	555.-	516.-	483.-	456.-	432.-	411.-	394.-
	70 %	830.-	729.-	654.-	595.-	548.-	509.-	477.-	450.-	427.-	406.-	389.-
	75 %	819.-	720.-	645.-	587.-	541.-	503.-	471.-	445.-	422.-	402.-	384.-
	80 %	809.-	711.-	638.-	581.-	535.-	498.-	467.-	440.-	418.-	398.-	381.-

Tabelle 40 : ET-spezifische Kosten bei Selektion von ET-Bullen
aus ET-Kälbern, die in Zuchtherden produziert werden

Anzahl Embryonen	G R A V I D I T Ä T S R A T E					
	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %
4	64643.-	50463.-	41955.-	36283.-	32231.-	29193.-
5	58261.-	45676.-	38126.-	33092.-	29496.-	26799.-
6	54006.-	42485.-	35573.-	30964.-	27673.-	25204.-
7	50967.-	40206.-	33749.-	29445.-	26370.-	24064.-
8	48688.-	38497.-	32382.-	28305.-	25393.-	23209.-
9	46915.-	37167.-	31318.-	27419.-	24633.-	22543.-
Anteil der positiv stimulierten Spender 70 %						

Abbildung 5: Kosten pro ET-Kalb und ET-Gravidität bei Anwendung des ET in Herden
(70% Positive Stimulierungen)



kosten und Graviditätsdiagnose. Die Höhe der Kosten wird hauptsächlich von der Graviditätsrate beeinflusst. Durchschnittlich resultiert aus einer Erhöhung der Graviditätsrate um 1 % eine Kostensenkung von DM 10.- . Der Einfluß des Anteils positiv stimulierter Spender auf die Gesamtkosten ist gering. Für eine Gravidität sind derzeit ca. DM 550.- aufzuwenden.

Ein ET-Kalb kostet zwischen DM 1105.- und DM 381.- (Tabelle 39). Anteilmäßige Kosten für tierärztliche Geburtshilfe und die Blutprobeentnahmen und -untersuchungen bei Kalb und Empfänger sind enthalten. Unter Praxisverhältnissen kostet die Produktion eines Kalbes etwa DM 700.- bei unblutiger Embryogewinnung und Übertragung.

In einem Programm, in dem aus den in den Zuchtherden produzierten ET-Kälbern geeignete Bullenkälber in die Eigenleistungsprüfung übernommen werden, verursacht der Einsatz von ET zur Kälberbereitstellung für die Selektion eines Altbullen DM 42 485.- (Tabelle 40). Die Kosten für die gleichzeitig anfallenden weiblichen Kälber sind in diesem Betrag enthalten. Ein Mehrerlös durch den Verkauf dieser Kälber mit höherem Zuchtwert oder ein Mehrertrag durch deren bessere Leistung kann von obiger Kostensumme abgezogen werden, so daß sich die Investitionskosten vermindern lassen.

Tabelle 41 : Anzahl benötigter Spenderkühe für einen selektierten ET-Altbullen

Anteil positiv stimulierter Spender	G R A V I D I T Ä T S R A T E										
	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %
65	94.2	80.6	70.7	62.8	58.6	51.2	47.0	43.3	40.2	37.6	35.4
70	88.0	75.3	66.0	58.6	52.8	47.8	43.9	40.4	37.5	35.1	33.0
75	81.9	70.0	61.5	54.6	49.2	44.5	40.8	37.6	35.0	32.7	30.7
80	76.9	65.8	57.7	51.3	46.2	41.8	38.3	35.3	32.8	30.7	28.9
Pro Spülung werden 6 Embryonen gewonnen											

Durch Multiplikation der Wiederholungsfaktoren wird die Anzahl der Spender errechnet, die für die Selektion eines ET-Altbullen aus den produzierten ET-Kälbern nötig ist (Tabelle 41). Das Produkt aus Spenderbedarf und der Anzahl an erforderlichen geprüften Altbullen ergibt die Anzahl der Bullenmütter pro Population und deren Remontierungsprozentsatz.

6. Diskussion und Schlußfolgerungen

Die Produktionskostenfunktion für ET-Programme kann durch Variation der biotechnischen Verfahren, der Wiederholungsfaktoren, der Verzehrsmengen an Produktionsfaktoren im Zuordnungsnetz und der Faktorpreise an alle praktischen Gegebenheiten angepaßt werden. Dadurch werden kostentheoretische Modellentscheidungen ermöglicht.

Bei Berechnung der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten der Bereitstellung und Haltung des Tiermaterials werden erhebliche Kostenunterschiede für ET-Endprodukte gefunden. Die Produktion von frischen und tiefgefrorenen Embryonen kann am kostengünstigsten erfolgen, wenn die Spendertiere angemietet werden und im Stall des Tierbesitzers verbleiben (Tabelle 28 und 29). Bislang werden jedoch zum Teil von den Stationen Spendertiere angekauft und auch an der Station gehalten. Dies verursacht bei unblutigem Transfer Mehrkosten in Höhe von 41 %, bei chirurgischem Transfer in Höhe von 34 %. Werden Spender angemietet und an der Station gehalten, reduzieren sich diese Mehrkosten auf 29 % bzw. 21 %.

Für die Produktion von ET-Graviditäten und ET-Kälbern gibt es 16 Kombinationen (Tabelle 30, 31 und 32). Leasing des Tiermaterials und Haltung im Betrieb verursacht bei allen Endprodukten und Produktionsverfahren die niedrigsten

Kosten. Die Produktion einer ET-Gravidität kostet bei unblutigen Verfahren, Brunstsynchronisation der Empfänger, Kauf der Tiere und Haltung an Station 32% mehr als beim Leasingverfahren. Die Produktion von ET-Kälbern verteuert sich beim Kauf der Tiere und Stationshaltung um 44%. Werden die Spender im Betrieb angemietet, so können die frischen und tiefgefrorenen Embryonen durch chirurgische Verfahren um 8% billiger bereitgestellt werden. Diese Kostensenkung beruht auf der höheren Ausspülquote bei chirurgischen Verfahren. Der Einfluß der Art der Embryogewinnung vermindert sich bei höherem Reifegrad der Endprodukte, so daß ET-Kälber aus chirurgisch gewonnenen Embryonen nur noch um 4% geringere Kosten verursachen. Diese rein ökonomisch orientierte Betrachtungsweise kann nicht berücksichtigen, daß Hochleistungstiere von den Besitzern für chirurgische Verfahren der Embryogewinnung nicht zur Verfügung gestellt werden. Deshalb wird in praxi nur die unblutige Gewinnung realisierbar sein. Die Kosten für die Produktion von tiefgefrorenen Embryonen für den Export oder die Langzeitlagerung in Genbanken liegen um 57 % über den Kosten für einen frischen Embryo. Wird die Produktion von ET-Kälbern aus tiefgefrorenen Embryonen angestrebt, entstehen bei unblutigem Transfer Kostensteigerungen von 192 % und bei chirurgischem Transfer von 156 % gegenüber den konventionellen Methoden der Übertragung von frischen Embryonen auf Empfänger mit Brunstsynchronisation.

Beim chirurgischen Transfer der Embryonen in die Empfänger erreicht man hohe und gesicherte Erfolgsquoten. Die ET-Gra-

viditätsrate von 70 % entspricht bereits einer guten Non-Return-Rate bei künstlicher Besamung. Die geringeren Erfolgsquoten bei unblutigem Transfer bedingen, daß der chirurgische Transfer pro Gravidität um 40 % und pro ET-Kalb um 31 % geringere Kosten verursacht.

Die Empfängertiere können durch Brunstsynchronisation oder durch Auswahl von geeigneten Tieren aus einer entsprechend großen Herde auf den Transfertermin abgestimmt werden. Es zeigt sich, daß bei den zugrundegelegten Kosten für die Synchronisation bzw. die Haltung einer Empfängerherde der Einsatz von synchronisierten Empfängern pro Gravidität bei unblutigem Transfer um 23 % und pro ET-Kalb um 19 % kostengünstiger ist. Bei chirurgischem Transfer ist die Brunstsynchronisation pro Gravidität um 18 % und ein Kalb um 13 % billiger als die Bereitstellung von Empfängern mit unbeeinflusstem Zyklus.

Der Transfer auf Empfänger in natürlicher Brunst könnte dann kostengünstiger sein, wenn große Kalbinnenherden zur Verfügung stehen, bei denen nicht für die bereitstehenden Tiere Futtertagegeld und Leasinggebühren bezahlt werden müssen, sondern nur für die Tiere, die, mit bekanntem Zyklus, in das Transferprogramm eingegliedert werden. Derartige Herden stünden in Betrieben mit Färsennutzung oder in Besamungsstationen, die die weiblichen Nachkommen von Prüfbullen an Station prüfen, zur Verfügung.

An Hand der Modellrechnungen könnte für einen kostenorientierten Einsatz von ET an einer Besamungsstation bei den derzeitigen Erfolgsquoten folgendes Organisationskonzept aufgestellt werden:

1. Anmieten des Tiermaterials von den Besitzern und Haltung der Tiere in Betrieben gegen Bezahlung von Futtertagsgeldern.
2. Unblutige Spülung der Spender
3. Brunstsynchronisation der Empfänger
4. Chirurgischer Transfer von frischen Embryonen

Der Einsatz unblutiger statt chirurgischer Transfermethoden ist gegenwärtig aus Kostengründen nicht zu vertreten. Eine Stimulierungsrate von 70 %, 6 gewonnene Embryonen pro Spülung und eine Graviditätsrate von 40 % bei unblutigem Transfer wird als Bezugsgröße angenommen. Bei einer Steigerung der Graviditätsrate auf 60 % bzw. 80 % sinken die Kosten pro Kalb um 26 % bzw. um 39 % . Eine Steigerung der Anzahl gewonnener Embryonen von 6 auf 8 bringt bei konstanter Graviditätsrate nur Kostensenkungen zwischen 10 % und 13 % . Wird die Rate positiver Stimulierungen von 70 % auf 80 % gesteigert, ergeben sich lediglich Kostensenkungen in einer Größenordnung von 5 % . Durch Steigerung der Erfolgsquoten auf 80 % Stimulierungsrate, 8 gewonnene Embryonen und 80 % Graviditätsrate ließen sich die Kosten um 47 % senken (Tabelle 35).

Zweifelsohne werden diese Werte in naher Zukunft nicht zu verwirklichen sein. Deshalb muß auch bei weiteren technischen Verbesserungen des unblutigen Verfahrens mit Kosten von über DM 1000.- für ET-Kälber kalkuliert werden. Da dieses Kostenniveau zur Zeit bei chirurgischem Transfer bereits erreicht wird, dürfte die Anwendung der unblutigen Übertragung die Kosten nicht weiter senken.

Bei gleichen Erfolgsquoten verursacht der chirurgische Transfer beim derzeitigen Personaleinsatz etwa um 4 % höhere Kosten als unblutige Verfahren. Dieser geringe Kostenunterschied darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß der Einsatz unblutiger Verfahren in der Praxis wesentlich einfacher und problemloser möglich und deshalb zu bevorzugen ist.

Werden für die Übertragung von tiefgefrorenen Embryonen Graviditätsraten angenommen, die den bei Transfer von frischen Embryonen erreichten Quoten entsprechen, verursachen die Verfahren Kosten, die bei unblutigem Transfer pro ET-Kalb um 57 % und bei chirurgischem Transfer um 44 % höher liegen.

Als letztes Endprodukt der ET-Programme wird bei den Modellrechnungen die Selektion eines positiv geprüften ET-Altbullen diskutiert. Die berechneten Kosten beinhalten alle ET-spezifischen Kosten, die für die Produktion eines Altbullen aufzuwenden sind (Tabelle 33). Diese Kostenbeträge sind jedoch

Tabelle 42 : Kostenmultiplikatoren für die Errechnung der Kosten für 100 000 Erstbesamungen aus den Kosten pro ET-Kalb in Abhängigkeit von der Anzahl der Prüfbullen und dem Anteil der Produktionskosten für die weiblichen ET-Kälber, der den Erstbesamungskosten zugerechnet werden muß.

		Anteil Produktionskosten für weibliche Kälber				
		0 %	20 %	50 %	80 %	100 %
Anzahl Prüfbullen	10	56	67	83	100	111
	20	111	133	167	200	222
	25	139	167	208	250	278
	30	167	200	250	300	333
	35	194	233	291	350	389
	40	222	266	333	400	444
	50	278	333	416	500	555

als Entscheidungshilfe für den Einsatz von ET in Besamungs-
zuchtprogrammen zu komplex. Deshalb werden die Kosten für
ET pro Erstbesamung ermittelt. Die Berechnung erfolgt mit
Hilfe der in Tabelle 42 zusammengestellten Kostenmultipli-
katoren.

Diese Kostenmultiplikatoren sind abhängig von der Anzahl der
Erstbesamungen pro Prüfbulle und dem Anteil der Produktions-
kosten für die weiblichen Kälber, der mitgetragen werden
muß. Ist dieser Anteil 20 %, so bedeutet dies, daß 80 %
der Kosten für ein weibliches ET-Kalb, das in einem ET-Pro-
gramm zur Produktion von Prüfbullen geboren wird, durch den
hohen Zucht- und damit Verkaufswert des Kalbes gedeckt wer-
den; 20 % der Kosten können durch den Verkauf nicht gedeckt
werden und müssen den Produktionskosten für Prüfbullen zu-
gerechnet werden. Das Produkt (= 11,1) der Wiederholungs-
faktoren w_{611} bis w_{614} gibt an, wieviel ET-Kälber pro Prüf-
bulle erforderlich sind.

Die Kostenmultiplikatoren werden mit den Produktionskosten
für ein ET-Kalb multipliziert und durch die Zahl der Erstbe-
samungen im Prüfprogramm (100 000) dividiert. Somit kann für
alle ET-Verfahren und Besamungszuchtprogramme der Kostenbe-
trag für eine Erstbesamung errechnet werden.

Setzt man für 100 000 Erstbesamungen 25 Prüfbullen ein und
müssen die Kosten der weiblichen Kälber zu 0 %, 20 %, 50 %, 80 %

80 % oder 100 % getragen werden, kostet die Bereitstellung der Bullenkälber mittels ET pro Erstbesamung nach chirurgischem Transfer DM 1.51 ($= \frac{139 \text{ DM} \cdot 1084.-}{100 \text{ 000 EB}}$), DM 1.81, DM 2.26, DM 2.71 oder DM 3.01.

In diesen Kosten sind die Produktionskosten für die männlichen ET-Bullenkälber, die nicht in die Eigenleistungsprüfung gelangen, mitenthalten. Bei 25 Prüfbullen sind dies etwa 70 Bullenkälber, da bei der Kälberbeurteilung 50 % selektiert werden. Durch Verkauf dieser ET-Bullenkälber als Nutzkälber zu einem Fixpreis von DM 800.- verringern sich die Kosten pro Erstbesamung um DM 0.56 .

Im konventionellen Programm werden ebenso wie im ET-Programm pro Prüfbulle 2.8 (1 Prüfbulle $w_{614} \cdot w_{613} \cdot w_{612} = 1 \cdot 1.25 \cdot 2.0 = 2.775$) Bullenkälber in die Eigenleistungsprüfung eingestellt. Kauft die Besamungsstation diese Kälber zu einem Fixpreis von DM 1200.- an, so wird dadurch jede Erstbesamung mit einem Betrag von DM 0.84 belastet, wenn für 100 000 Erstbesamungen 25 Prüfbullen eingesetzt werden ($\frac{\text{DM } 1200.- \cdot 2.8 \cdot 25}{100 \text{ 000}} = \text{DM } 0.84$). Dieser Betrag kann von den ET-Kosten pro Erstbesamung in Abzug gebracht werden.

Demnach betragen die zusätzlichen Kosten pro Erstbesamung durch den Einsatz von ET nur mehr DM 0.11 (DM 1.51 - DM 0.84 - DM 0.56 = DM 0.11), DM 0.41, DM 0.86, DM 1.31 oder DM 1.61 bei einem Kostenanteil der weiblichen Kälber von

0 %, 20 %, 50 %, 80 % oder 100 %. Werden die Embryonen unblutig übertragen (DM 1576.- pro Kalb), kostet eine Erstbesamung zusätzlich DM 0.79, DM 1.23, DM 1.88, DM 2.54 oder DM 2.98 .

Würden bei unblutigem Transfer sehr hohe Erfolgsraten erreicht (Graviditätsrate 80 %, 8 Embryonen pro Spülung), würden die Kosten (DM 981.- pro ET-Kalb) so weit sinken, daß ET keine zusätzlichen Kosten pro Erstbesamung verursacht, wenn die Produktion der weiblichen Kälber kostendeckend ist.

Bei einer Reduzierung der Anzahl der Prüfbullen auf 20 (ein Prüfbulle auf 5000 Erstbesamungen) kostet eine Erstbesamung -bei 20 % Kostenanteil für die weiblichen Kälber- um DM 0.32 mehr als bei konventioneller Prüfbullenbereitstellung. Bei 50 % Kostenanteil fallen pro Erstbesamung DM 0.69 Mehrkosten an.

Die pro Erstbesamung durch ET-Prüfbullen zusätzlich anfallenden Kosten müssen von der Steigerung des Zuchtfortschritts in quantitativen Merkmalen gedeckt werden. Sollen durch Einsatz von ET seltene erwünschte Mutationen oder qualitative Eigenschaften wie Kondition, Krankheitsresistenz etc. verbessert und dann durch die KB vermehrt werden, müssen die Besamungsstationen bzw. die Tierbesitzer entscheiden, ob der Fortschritt die zusätzlichen Kosten trägt.

Die Steigerung des Zuchtfortschritts durch Einsatz von ET wird durch Senkung des Remontierungsprozentsatzes und durch Verringerung des Generationsintervalls bei weiblichen Tieren erreicht. Die bislang angewandte Methode der Schätzung des Einflusses des ET auf die Vermehrungsrate könnte durch eine Berechnung mit den Wiederholungsfaktoren exakt an die Erfolgsquoten angepaßt werden. Multipliziert man die Wiederholungsfaktoren, die zwischen dem gewünschten Endprodukt und der Bereitstellung der Spender liegen, kann die genaue Anzahl der Kühe pro Endprodukt angegeben werden.

Für die den Berechnungen zugrundegelegten Werte müssen bei einer Graviditätsrate von 70 % für einen Altbullen 37.5 (Tabelle 41) Spender und für einen Prüfbullen 6.5 Spender bereitgestellt werden. Vergleicht man diese Zahlen mit der im konventionellen Programm erforderlichen Anzahl von Kühen, kann die Veränderung des Remontierungsprozentsatzes angegeben werden. Im bayerischen Besamungszuchtprogramm werden durchschnittlich 20 000 Bullenmütter vorgeschlagen. Pro Altbulle sind demnach 364 Kühe und pro Prüfbulle 62.5 Kühe erforderlich.

Dies bedeutet, daß im konventionellen Besamungszuchtprogramm beinahe 10mal soviel Kühe als Bullenmütter benötigt werden, wie im ET-Programm. Diese Verminderung der Bullenmütterzahl beruht allerdings nicht allein auf der Erhöhung der Vermehrungsrate durch ET. Gleichzeitig werden die Unzu-

länglichkeiten, die bei Planung und Durchführung der gezielten Paarung durch organisationsbedingten Verlust von potentiellen Bullenmüttern und geborenen Bullenkälbern auftreten - und die in einem ET-Programm vermieden werden können - berücksichtigt. So werden auf Grund des höheren Organisationsstandes und Kostenaufwandes im ET-Programm alle geborenen Bullenkälber auch tatsächlich erfasst, beurteilt und bei Eignung angekauft und geprüft. Es geht somit kein hochwertiges Zuchtmaterial durch Nachlässigkeit oder Desinteresse der Tierbesitzer verloren. Deshalb dürfte der erreichbare Zuchtfortschritt durch Einsatz von ET in der Praxis höher sein, als auf Grund der Erhöhung der Vermehrungsrate geschätzt wird.

Geht man davon aus, daß der Zuchtfortschritt in Fettmenge 1.5 % pro Jahr beträgt, kann der direktkostenfreie monetäre Zuchtfortschritt mit DM 20.- pro Jahr (H.KRÄUSSLICH 1979) geschätzt werden. Nach obigen Ausführungen können Zuchtfortschrittssteigerungen in Höhe von insgesamt 8 % (Pfad Mutter-Sohn 32 %) durch den Einsatz von Embryotransfer erreicht werden, wenn in der Ausgangspopulation 5 % der Kühe als Bullenmütter selektiert werden (Tabelle 7). Der monetäre Ertrag des ET-Programms beträgt dann DM 1.60 pro Jahr. Bezieht man zusätzlich die Senkung des Generationsintervalls von 5 auf 4 Jahre mit ein, so steigert ET den Zuchtfortschritt um 14 % (Tabelle 8) bzw. um DM 2.80 .

Die Berechnungen zeigen, daß der kostendeckende Einsatz von ET an Besamungsstationen durchaus möglich ist. Es kann sogar davon ausgegangen werden, daß unter günstigen Verhältnissen von den Stationen und Tierbesitzern zusätzliche monetäre Gewinne durch den Einsatz von ET erzielt werden können.

Der Einsatz von ET im Pfad Mutter-Tochter erfolgt in den Zuchtherden. Auftraggeber sind die Besitzer der Spender- und Empfängertiere. Die ET-Station führt als Dienstleistungsbetrieb alle erforderlichen Arbeiten des unblutigen Transfers durch. Müssen vom Auftraggeber nur die Selbstkosten der Station getragen werden, hat er derzeit pro Gravidität etwa DM 550.- und pro ET-Kalb mit Identitätsnachweis DM 700.- zu bezahlen, wenn die Graviditätsrate 40 % beträgt. Bei einer Graviditätsrate von 70 % würden sich die Kosten pro Gravidität um 43 % und pro Kalb um 35 % vermindern. Durch Einsatz von chirurgischem Transfer in den Zuchtherden können derzeit gegenüber dem unblutigen Transfer pro Kalb um 30 % geringere Kosten veranschlagt werden.

Wegen der niedrigen Produktionskosten für ET-Kälber in Zuchtviehherden könnte ein kooperatives Programm entwickelt werden, in dem Besamungsstationen und Tierbesitzer gemeinsam den ET zum Einsatz bringen und die Kosten tragen.

Wie für die gezielten Paarungen werden die potentiellen Bullenmütter vom Computer ausgewählt. Die Besamungsstationen

nen, als Träger der ET-Station, verhandeln mit dem Tierbesitzer über den Einsatz von ET. Im Unterschied zu den bereits diskutierten System der Spenderanmietung, bei der alle Kälber der Station zufallen, wird beim Zuchtherdensystem ein Dienstleistungsvertrag abgeschlossen. Alle Rechte und Risiken behält der Tierbesitzer. Die Station führt alle erforderlichen Arbeiten durch und hat nur ein Vorkaufsrecht auf die anfallenden Bullenkälber.

Die entscheidende Frage, wie hoch die Kosten sind, die eine Station für einen Prüfbullen zu tragen hat, kann nur in weiten Grenzen beantwortet werden, da das Verhalten der Tierbesitzer nur schwer im Voraus geschätzt werden kann. Es liegen noch keine Erfahrungen vor, welche Kosten -bzw. Preialternativen - akzeptiert werden. Es sollen deshalb einige Möglichkeiten der Kostenverteilung diskutiert werden, deren Realisierung von regionalen und organisatorischen Gegebenheiten abhängig sein dürfte.

Eine Alternative, die vom Tierbesitzer viel Eigeninitiative fordert, besteht darin, daß die Tierbesitzer den ET bei den potentiellen Bullenmüttern auf eigene Rechnung durchführen lassen. Die Besamungsstation verpflichtet sich lediglich, die geeigneten Bullenkälber zum Fixpreis (DM 1200.-) anzukaufen und einen kostendeckenden Zuschlag (DM 462.-) für die ET-Kosten zur Produktion dieses Bullenkalbes zu bezahlen. Der Tierbesitzer hat den Vorteil, daß er seine Kälber

auch auf dem freien Markt anbieten kann, wenn ihm dies höhere Erlöse einbringt. Die Gefahr, daß dadurch hochwertige Bullenkälber für das Besamungszuchtprogramm verloren gehen, ist minimal, da erfahrungsgemäß die Jungbullen nach der Aufzucht auf den Zuchtvielmärkten angeboten werden.

Werden die ET-Bullenkälber von der Besamungsstation angekauft, entstehen pro Erstbesamung bei 25 Prüfbullen Mehrkosten in Höhe von DM 0.32 pro Erstbesamung gegenüber dem konventionellen Programm.

Bei größerem Engagement der Besamungsstationen könnte ein System aufgebaut werden, das dem Tierbesitzer keinerlei Risikobereitschaft zumutet, indem alle ET-Kosten von der Station getragen werden. Die Besamungsstation sichert sich das Recht, alle für die Eigenleistungsprüfung benötigten Bullenkälber für einen Preis von DM 600.- kaufen zu können. Werden 25 Prüfbullen pro 100 000 Erstbesamungen benötigt (70 Bullenkälber für die Eigenleistungsprüfung), entstehen Mehrkosten von DM 0.86 pro Erstbesamung.

Diese Alternative verursacht zwar höhere Kosten pro Erstbesamung, aber die Wahrscheinlichkeit ist höher, daß sie von fast allen Tierbesitzern akzeptiert wird, so daß der erwartete Zuchtfortschritt, der darauf beruht, daß die besten Kühe in das ET-Programm eingegliedert werden, auch tatsächlich erreicht wird.

Selbst bei ungünstigeren Kostensituationen würde der Einsatz von ET in Zuchtherden noch durch den monetären Zuchtfortschritt abgedeckt. In Populationen mit gut organisierten Besamungszuchtprogrammen könnte ET bereits bei derzeit bestehenden Erfolgsquoten und Kostensituationen erfolgreich zum Einsatz gebracht werden.

Beim Einsatz von ET in Zuchtviehherden müssen die Kosten unmittelbar durch den höheren Wert der produzierten ET-Kälber gedeckt werden. Die ET-Bullenkälber werden auf Grund ihres hohen Zuchtwertes von Besamungsstationen für die Eigenleistungsprüfung und von Privatunternehmen als zukünftige Natursprungbullen angekauft. Ebenso könnten die weiblichen ET-Kälber bei entsprechender Organisation auf Zuchtviehmärkten kostendeckende Preise erzielen.

Beim Verbleib in der Herde muß der hohe Nutzen, den ET in Form eines höheren Milchertrages erbringt, die Kosten decken. Der Ertragsschätzung wird als Standardeinheit eine Kuh mit 5 Laktationen zugrundegelegt, die eine Lebensleistung von 30 000 kg Milch erbringt. Erzielt eine Kuh aus dem ET-Programm 3000 kg Milch Lebensleistung mehr als in konventionellen Zuchtverfahren, kann bei einer Diskontierung der Gewinne (Ertragskostenfreier Betrag pro kg Milch DM 0.25) mit einem Zinssatz von 8 % auf den Investitionszeitpunkt ein Betrag von DM 510.- für ET bereitgestellt werden. Damit könnte der chirurgische Transfer von Embryonen in hochwertigen Zuchtherden kostendeckend zum Einsatz gebracht werden.

7. Zusammenfassung

Es wurde ein Modell einer Produktionskostenfunktion zur Berechnung der Kosten für variable Verfahren und Erfolgsquoten der Anwendung von Embryotransfer vorgestellt.

Die Kostenkalkulationen basieren auf den betriebstechnischen Daten der ET-Station Oberschleißheim-Landshut.

Es wurden folgende Ergebnisse gefunden:

1. Die kostengünstigste Alternative der Bereitstellung und Haltung der Spender und Empfänger ist das Anmieten der Tiere und deren Verbleib im Betrieb des Besitzers.
2. Die chirurgische Gewinnung der Embryonen verursacht auf Grund der höheren Ausspülquote um DM 50.- geringere Kosten pro Embryo als die unblutige Spülung. Pro ET-Kalb entstehen bei unblutiger Embryogewinnung Kosten, die um 4% höher sind als bei chirurgischer Gewinnung.
3. Bei Übertragung von unblutig gewonnenen Embryonen kostet die Produktion eines Kalbes DM 1084.- bei chirurgischem Transfer und DM 1576.- bei unblutigem Transfer. Bei Übertragung von tiefgefrorenen Embryonen entstehen Kosten, die bei chirurgischem Transfer um 156% und bei unblutigem Transfer um 192% höher sind. Die Kostenunterschiede beruhen auf den unterschiedlichen Erfolgsquoten der Transferverfahren.
4. Bei Brunstsynchronisation der Empfänger werden die Kosten pro Gravidität um durchschnittlich DM 285.- gesenkt gegenüber dem Einsatz von ausgewählten Tieren mit natürlichem Brunstzyklus.

5. Bei unblutiger Übertragung von frischen Embryonen fallen um durchschnittlich DM 650.- höhere Kosten an als bei chirurgischem Transfer.
6. Die ET-Kosten für die Produktion eines Altbullen betragen günstigstenfalls DM 70 000.-, wenn die Bullenkälber von der ET-Station produziert werden. Zusätzlich fallen 64 weibliche Kälber aus gezielter Paarung an.
7. Durch Verdoppelung der Graviditätsrate bei unblutigem Transfer von 40 % auf 80 % lassen sich die Kosten pro Kalb um 34 % auf DM 1040.- senken.
8. Bei chirurgischem Transfer von zwei Embryonen auf ein Empfängertier entstehen pro Kalb DM 1137.- Kosten.
9. Bei Einsatz von ET in Zuchtherden kostet bei unblutigen Verfahren ein Kalb DM 700.-. Durch eine Verdoppelung der Graviditätsrate auf 80 % können die Kosten um 41 % auf DM 420.- gesenkt werden.
10. Die Anzahl der benötigten Spender wird mit Hilfe der Wiederholungsfaktoren bei unblutigem Transfer mit derzeit 66 Bullenmüttern pro Altbulle errechnet. Bei chirurgischem Transfer werden 30 Bullenmütter benötigt.
11. Pro Erstbesamung (1 Prüfbulle für 4000 Erstbesamungen) verursacht der Einsatz von ET bei einem Kostenanteil für die weiblichen ET-Kälber von 50 % zusätzliche Kosten in Höhe von DM -.86 bei chirurgischem Transfer und DM 1.88 bei unblutigem Transfer.

Summary

A model calculation to estimate the cost of production of embryo transfer is presented. Cost calculations in the model can be done with variable techniques and different rates of success. The model calculation is based on data from the ET-Station Oberschleißheim-Landshut.

Results:

1. The most economical alternative to keeping donor and recipient animals is to lease them for a period of time while leaving them on the owners farm.
2. The surgical embryo collection costs in DM 50.- less per embryo than the non-surgical collection. This means per ET-calf out of non-surgical collection are 4% higher costs than by non-surgical collection. This is true to a lower collection rate by using the non-surgical techniques.
3. By transferring embryos which have been collected non-surgically cost of production for one calf will be DM 1084.- if transferred surgically, and DM 1576.- if transferred non-surgically. If deep frozen embryos are transferred surgically cost will rise by 156%, if transferred non-surgically by 192%. This is because the rate of success of non-surgical transfer is lower than the rate of success of surgical transfer.

4. If recipients are synchronized costs per pregnancy are DM 285.- lower than when using recipients with natural heat.
5. With non-surgical transfer of fresh embryos the average costs are DM 650.- more than using surgical transfer.
6. The costs of producing a proven A.I. bull are in the best circumstances DM 70 000.- if the bull calves are produced by the ET-Station. In addition to that 64 female calves will result out of planned mating.
7. By doubling the pregnancy rate from 40% to 80% by using non-surgical transfer costs can be lowered by 34% to DM 1040.- per calf.
8. If two embryos are transferred surgically per recipient costs per calf are DM 1137.-.
9. If non-surgical embryo transfer techniques are used in breeding herds cost per calf will be DM 700.-. If pregnancy rate is doubled to 80%, costs will decrease by 41% to DM 420.- per calf.
10. The number of donors needed to produce a proven bull is calculated with special factors. This results in 66 bull dams per proven bull with the non-surgical transfer method. Only 30 bull dams are needed by using surgical transfer.
11. The cost of a semen portion (4000 first inseminations) by a A.I. bull produced through embryo transfer will be DM 0.86 more per portion if the bull has been produced by surgical transfer. If the non-surgical technique has been used the cost per portion will be DM 1.88 higher.

8. Literaturverzeichnis

- Alexander, A.M. 1976 Non surgical bovine embryo
A.N. Markus, recovery.
J.K. Hooton Vet. Rec. 99, 221.
- Anderson, G.B. 1976 Induced twinning in beef heifers
J.N. Baldwin, P.T. by embryo transfer.
Cupps, M. Drost, M.B. J. Anim. Sci., 43, 1, 272 (Abstr.).
Horton, R.W. Wright
- Averdunk, G. 1976 Realisierter Zuchtfortschritt
 beim Deutschen Fleckvieh.
 Tierzüchter, 28, 128-129.
- Averdunk, G. 1978 Zum Züchterfolg im bayerischen
 Besamungszuchtprogramm und
 Gedanken zur Verbesserung.
 Bayer. landw. Jb., 55, 223-235.
- Baumgärtner, G. 1977 Erfahrungen mit der unblutigen
J. Hahn, R. Hahn, Eigewinnung.
U. Schneider Zuchthyg., 12, 39 (Abstr.).
- Bedirian, K.N. 1978 The use of embryo transfer in
 dairy cattle breeding.
 Holstein Canada News, Heft 6, 5-13.
- Brand, A. 1976 Non surgical embryo transfer in
M.A.M. Taverne, cattle.
G.C. van der Weyden, Agricultural Research Seminar:
M.H. Aarts, Egg transfer in cattle, 41-56.
S.J. Dieleman, Janssen, EUR 5491, Luxembourg.
P. Fontijne,
M. Drost,
C.H.W. de Bois

- | | | |
|---|------|--|
| Brand, A.
M. Drost | 1977 | Embryo transfer by non surgical methods.
In: Embryo transfer in Farm Animal,
Canada Dep. of Agricultural Monograph, <u>16</u> , 31-34. |
| Brascamp, E.W. | 1975 | Model calculations concerning economic optimalization of AI-breeding with cattle.
Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. |
| Brem, G.
W.W. Lampeter,
H. Wagner | 1978 | Costs and results of embryo transfer in an A.I. breeding programme.
29 th Annual Meeting of EAAP, Stockholm. |
| Church, R.B.
B.F. Shea | 1976 | Some aspects of bovine embryo transfer.
Agricultural Research Seminar: Egg transfer in cattle, 73-86.
Janssen, EUR 5491, Luxembourg. |
| Church, R.B.
B.F. Shea | 1977 | The role of embryo transfer in cattle improvement programs.
Can. J. Anim. Sci., <u>57</u> , 33-45. |
| Clayton, G.A. | 1974 | Turkey breeding.
World's Poult. Sci. J., <u>30</u> , 4, 290-300. |
| Comberg, G. | 1971 | Tierzuchtungslehre.
2. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart. |

- | | | |
|--|------|---|
| Cunningham, E.P. | 1974 | Neue Entwicklungen in der Fortpflanzungsphysiologie und ihre Auswirkungen auf die Tierzucht.
Dtsch. tierärztl. Wschr., <u>81</u> , 457-463. |
| Cunningham, E.P. | 1976 | The use of egg transfer techniques in genetic improvement.
Agricultural Research Seminar: Egg transfer in cattle, 345-353.
Janssen, EUR 5491, Luxembourg. |
| Cunningham, E.P. | 1977 | Züchterische Konsequenzen der Anwendung neuer biotechnischer Verfahren beim Rind.
Züchtungskunde, <u>49</u> , 435-449. |
| Drost, M.
G.B. Andersen,
P.T. Cupps,
M.B. Horton,
P.V. Warner,
R.W. Wright, Jr. | 1975 | A field study on embryo transfer in cattle.
J. Amer. vet. med. Ass.,
<u>166</u> , 1176-1179. |
| Dyrholm, D. | 1978 | Costs of an ET-pregnancy.
Persönliche Information. |
| Elsen, J.M.
J.C. Mocquot | 1976 | Intéret de la transplantation d' oeufs pour accroître l' efficacité de la sélection des bovins à viande.
Ann. Génét. Sél. anim., <u>8</u> , 331-342. |
| Fewson, D. | 1978 | Vergleich verschiedener Zuchtprogramme beim Rind.
Bayer. landw. Jb., 55, 243-256. |

- | | | |
|---|------|---|
| Gäfgen, G. | 1963 | Theorie der wirtschaftlichen
Entscheidung.
J.C.B. Mohr, Tübingen. |
| Gordon, I. | 1975 | Problems and prospects in cattle
egg transfer.
Irish. vet. J., <u>29</u> , 21-30 und 39-62. |
| Gordon, I. | 1976 | Cattle twinning by the egg
transfer approach.
Agricultural Research Seminar:
Egg transfer in cattle, 305-319.
Janssen, EUR 5491, Luxembourg. |
| Gordon, I.
M.P. Boland | 1978 | Towards cattle twins by egg
transfer.
Wld. Rev. Anim. Product., <u>14</u> , 2, 9-23. |
| Greve, T. | 1976 | Non-surgical egg transfer in
the cow.
27 th Annual Meeting of EAAP,
Zürich. |
| Greve, T. | 1977 | Non-surgical recovery of bovine
embryos.
Theriogenology, <u>7</u> , 239-251. |
| Gustafsson, B.
H. Lehn-Jensen,
N.O. Rasbech | 1974 | Experience and observations on
the application of egg transfer
in USA.
Report No. 75 des SHS, Hallsta, 44-54,
Schweden. |
| Gutenberg, E. | 1963 | Zur Frage des Normativen in den
Sozialwissenschaften.
In Sozialwissenschaft und Gesellschafts-
gestaltung, Festschrift für G. Weisser,
hrsg. von F. Karrenberg und H. Albert.
Duncker & Humblot, Berlin. |

- Gutenberg, E. 1975 Grundlagen der Betriebswirtschafts-
lehre, 1. Band: Die Produktion. 21.Aufl.
Springer, Berlin-Heidelberg.
- Haberstock, L. 1978 Kostenrechnung I, Einführung.
5. Aufl., Gabler, Wiesbaden.
- Hahn, J. 1976 Experience with ova transfer in
cattle.
R. Hahn Wld. Rev. Anim. Product., 12, 4, 51-58.
- Hahn, J. 1977 Survival of cultured and transported
L.A. Moustafa, bovine embryos following surgical
R. Hahn, transfers.
U.Schneider, ~ Control of Reproduction in the
W. Romanowski, Cow, 356-363. Martinus Nijhoff,
R. Roselius EUR 6014, Brussels-Luxembourg.
- Hahn, J. 1976 Experiences with non-surgical
R. Hahn transfer techniques.
Agricultural Research Seminar:
Egg transfer in cattle, 199-204.
Janssen, EUR 5491, Luxembourg.
- Hahn, J. 1978 Non surgical ova collection in
cattle under consideration of the
treatment of donor animals and
the development of ova in oviduct
and uterus.
Dtsch. tierärztl. Wschr., 85, 140-145.
- Hammond, J. 1949 Induced twin ovulations and
multiple pregnancy in cattle.
J. agric. Sci., 39, 222-225.

- | | | |
|-----------------------------------|------|--|
| Hansen, M. | 1976 | Technical and economical aspects in relation to egg transfer in cattle.
Agricultural Research Seminar: Egg transfer in cattle, 369-376.
Janssen, EUR 5491, Luxembourg. |
| Hansen, M.
A. Neimann-Sorensen | 1974 | Possibilities of using egg transplantation in practical cattle breeding.
Report Nr. 75 des SHS, Hallsta, 102-111 Schweden. |
| Haring, H.-J.-F. | 1972 | Zuchtplanung in der Rinderzucht.
Göttingen: Diss. agr. |
| Haussmann, H. | 1978 | Verbreitung seltener Anlagen oder seltener Populationen mit Hilfe des Embryotransfers.
DGfZ-Ausschuß f. genet.-statist. Methoden in der Tierzucht, Husum, Polykopie. |
| Heape, W. | 1890 | Preliminary note on the transplantation and growth of mammalian ova within a uterine foster mother.
Proc. roy. Soc. B., <u>48</u> , 457. |
| Heinen, E. | 1978 | Betriebswirtschaftliche Kostenlehre. 5. Aufl.,
Gabler-Verlag, Wiesbaden. |
| Heinen, E. | 1977 | Einführung in die Betriebswirtschaftslehre. 6. Aufl.,
Gabler-Verlag, Wiesbaden. |

- Henk-Hoogenkamp, J. 1978 Deepfreezing of bovine embryos -
- A key to embryo transfer on
a large scale under farm
conditions.
Tagung ET-Station Oberschleißheim-
-Landshut. Polykopie, Landshut.
- Heyman, Y. 1977 Cervical embryo transfer at different
J.P. Renard, stages in cattle.
J.P. Ozil, Control of Reproduction in the
F. Du Mesnil Du Cow, 330-336. Martinus Nijhoff,
Buisson EUR 6014, Brussels-Luxembourg.
- Hill, W.G. 1976 Superovulation and ovum trans-
R.B. Land plantation in genetic improvement
programmes.
Agricultural Research Seminar:
Egg transfer in cattle, 355-363.
Janssen, EUR 5491, Luxembourg.
- Hinks, C.J.M. 1974 The planning and organisation
of progeny testing with particular
reference to numerically small
populations and breeds of dairy
cattle.
Z. Tierz. ZüchtBiol., 91, 169-175.
- Hinks, C.J.M. 1977 The development of nucleus herd
selection programmes in dairy
cattle breeding.
Z. Tierz. ZüchtBiol., 94, 44-54.

- James, J.W. 1977 Open nucleus breeding systems.
Anim. Prod., 24, 287-305.
- Jonsson, P. 1965 Analysis of characters in
Danish Landrace pigs with a
historical introduction, 490 p.
Landhusholdningsselskabets
Forlag, København.
- Koch, H. 1958 Zur Diskussion über den Kostenbegriff.
Z. f. Handelswissenschaftl.
Forschung, 10, 355-371.
- Kräußlich, H. 1976 Application of superovulation
and egg transplantation in A.I.
breeding programmes for dual
purpose cattle.
Agricultural Research Seminar:
Egg transfer in cattle, 333-342.
Jonsson, EUR 5491, Luxembourg.
- Kräußlich, H. 1978 Gesichtspunkte der züchterischen
Anwendung des Embryotransfers.
Tagung der Arbeitsgruppe Embryo-
transfer, Mariensee, Polykopie.
- Kräußlich, H. 1978 Produktionstechnische Auswirkungen
des Embryotransfers.
DGfZ-Ausschuß für genet.-statist.
Methoden in der Tierzucht, Husum.
Polykopie.
- Kräußlich, H. 1979 Embryotransfer aus züchterischer
Sicht.
DLG-Mitteilungen, 94, 344-354.
- Kruschwitz, L. 1978 Investitionsrechnung.
de Gruyter, Berlin-New York.

- | | | |
|---|------|--|
| Lampeter, W.W. | 1977 | Untersuchungen zur unblutigen Gewinnung von Rinderembryonen in Besamungszuchtprogrammen. Tagung der DGfZ und der Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaft. Bonn, Polykopie. |
| Lampeter, W.W. | 1977 | Die unblutige Embryogewinnung, ein entscheidender Schritt zur praktischen Anwendung des Embryotransfers beim Rind. Tierzüchter, <u>29</u> , 147-148. |
| Lampeter, W.W. | 1977 | Verfahren der Embryoübertragung. Züchtungskunde, <u>49</u> , 417-425. |
| Lampeter, W.W. | 1977 | Erfahrungen mit der unblutigen Gewinnung von Rinderembryonen. Zuchthyg., <u>12</u> , 8-13. |
| Lampeter, W.W. | 1979 | Erfolgsquoten bei Embryotransfer. Persönliche Information. |
| Land, R.B.
W.G. Hill | 1975 | The possible use of superovulation and embryotransfer in cattle to increase response to selection. Anim. Prod. <u>21</u> , 1-12. |
| Lawson, R.
L. Rowson,
R. Moor,
H. Tervit | 1975 | Experiments on egg transfer in the cow and ewe: dependence of conception rate on the transfer procedure and stage on the oestrus cycle. J. Reprod. Fertil., <u>45</u> , 101-107. |

- | | | |
|--|------|---|
| Milk Marketing Board | 1973 | Report of the breeding and production organisation.
No. 24, Milk Marketing Board, Thames Ditton, Surrey. |
| Moser, H.
K. Müller | 1976 | Zuchtziel und Zuchtplanung beim Deutschen Fleckvieh. Tierzüchter, <u>28</u> , 96-102. |
| Müller, K.
G. Grieshammer | 1978 | Die Rinderzucht in Bayern. Ergebnisse der Leistungsprüfung und züchterische Auswertung. Landesverband Bayer. Rinderzüchter. |
| Newcomb, R.
L.E.A. Rowson,
A.O. Trounson | 1976 | The entry of superovulated eggs into the uterus. Agricultural Research Seminar: Egg transfer in cattle, 1-15. Janssen, EUR 5491, Luxembourg. |
| Newcomb, R.
W.B. Christie,
L.E.A. Rowson | 1978 | The non-surgical recovery and transfer of bovine embryos. Control of Reproduction in the Cow, 292-305. Martinus Nijhoff, EUR 6014, Brussels-Luxembourg. |
| Newcomb, R. | 1978 | Technical aspects of embryotransfer in cattle. 29 th Annual Meeting of EAAP, Stockholm. |
| Niebel, E. | 1974 | Methodik der Zuchtplanung für die Reinzucht beim Rind bei Optimierung nach Zuchtfortschritt und Züchtungsgewinn. Hohenheim: Diss. agr. |

- | | | |
|----------------------------|------|---|
| Oscarsson, G. | 1974 | Production-economic aspects
in the case of practical
egg transplantation.
Report Nr. 75 des SHS, Hallsta, 112-11
Schweden. |
| Petersen, P.H. | 1978 | Breeding aspects of egg trans-
plantations exploited in purebred
dairy and dual-purpose cattle.
29 th Annual Meeting of EAAP,
Stockholm. |
| Polge, C.
L.E.A. Rowson | 1974 | Egg transplantation in farm
animals.
Report No. 75 des SHS, Hallsta, 13-37.
Schweden. |
| Pirchner, F. | 1964 | Populationsgenetik in der
Tierzucht.
Paul Parey, Hamburg und Berlin. |
| Pirchner, F.
L. Dempfle | 1977 | Züchterische Auswirkungen des
Embryotransfers.
DGfZ-Ausschuß für genet.-statist.
Methoden in der Tierzucht, Aachen,
Polykopie. |
| Pohmer, D. | 1964 | Über die Bedeutung des betrieb-
lichen Werteumlaufs für das
Rechnungswesen der Unternehmungen.
In Organisation und Rechnungswesen,
E. Grochla. Duncker & Humblot, Berlin. |
| Reisch, E.
J. Zeddies | 1977 | Einführung in die landwirtwirt-
schaftliche Betriebslehre, Band 2.
Ulmer-Verlag, Stuttgart. |

- | | | |
|---|------|---|
| Rendel, J.
A. Robertson | 1950 | Estimation of genetic gain
in milk yield by selection in
a closed herd of dairy cattle.
J. Genet., <u>50</u> , 1-8. |
| Robertson, A.
J. Rendel | 1950 | The use of progeny testing
with A.I. in dairy cattle.
J. Genet., <u>50</u> , 21-31. |
| Roselius, R.
W. Romanowski,
J. Hahn
U. Schneider | 1978 | Erfahrungen aus Transferver-
suchen mit Rinderembryonen in
Nüchel im Jahre 1977.
Zuchthyg., <u>13</u> , 91. |
| Rowson, L.E.A.
D.F. Dowling | 1949 | An apparatus for the extraction
of fertilized eggs from
living cows.
Vet. Rec., <u>61</u> , 191. |
| Rowson, L.E.A.
R.M. Moor | 1966 | Non-surgical transfer of cow egg.
J. Reprod. Fertil., <u>11</u> , 311-312. |
| Rowson, L.E.A.
R.A.S. Lawson,
R.M. Moor | 1971 | Production of twins in cattle by
egg transfer.
J. Reprod. Fertil., <u>25</u> , 261-268. |
| Rowson, L.E.A. | 1973 | Eitransplantation - Alternative
für die Rinderzucht.
Tierzüchter, <u>25</u> , 418-420. |
| Rowson, L.E.A.
R.A.S. Lawson,
R.M. Moor, A.A. Baker | 1972 | Egg transfer in the cow:
Synchrnisation requirements.
J. Reprod. Fertil., <u>28</u> , 427-432. |
| Skjervold, H. | 1966 | Die künstliche Besamung als
bedeutendes Hilfsmittel moderner
Rinderzucht.
Tierzüchter, Heft 2.
Verlag M.&H. Shaper, Hannover. |

- Skjervold, H. 1974 Breeding aspects in case of practical application of egg transplantation.
Report No. 75 des SHS, Hallsta, 87-102. Schweden.
- Sreenan, J.M. 1978 Non-surgical egg recovery and transfer in the cow.
Vet. Rec., 102, 58-60.
- Sreenan, J.M.
D. Beehan,
P. Mulvehill 1975 Egg transfer in the cow:
Factors affecting pregnancy and twinning rates following bilateral transfers.
J. Reprod. Fertil., 44, 77-85.
- Sreenan, J.M. 1976 Method and induction of super-ovulation in the cow and transfer results.
Agricultural Research Seminar:
Egg transfer in cattle, 19-34.
Janssen, EUR 5491, Luxembourg.
- Sreenan, J.M.
D. Beehan 1974 Egg transfer in the cow:
Pregnancy rate and egg survival.
J. Reprod. Fertil., 41, 497-499.
- Sreenan, J.M. 1978 Non-surgical transfer in the cow.
Theriogenology, 9, 69-83.
- Syrstad, O. 1973 Optimum stage for selection among progeny-tested bulls.
Scientific Reports of the Agricultural University of Norway, 52, Nr. 26, 1-13.
Hovedkontoret, 1432 As-NLH.
Mariendals Boktrykkeri A/S, Gjøvik.

- | | | |
|---|------|---|
| Trouson, A.O.
L.E.A. Rowson,
S.M. Willadsen | 1978 | Non-surgical transfer of
bovine embryos.
Vet. Rec., <u>102</u> , 74-75. |
| Willadsen, S.M. | 1976 | Low temperature preservation
of cow eggs.
Agricultural Research Seminar:
Egg transfer in cattle, 117-124.
Jonsson, EUR 5491, Luxembourg. |
| Wilmut, I. | 1976 | Potential applications of
techniques for embryo storage.
Agricultural Research Seminar:
Egg transfer in cattle, 129-136.
Jonsson, EUR 5491, Luxembourg. |
| Wilmut, I.
A. Hume | 1978 | The value of embryotransfer to
cattle breeding in Britain.
Vet. Rec., <u>103</u> , 107-110. |
| Wittmann, W. | 1963 | Entwicklungsweg und Gegenwartsauf-
trag der Betriebswirtschaftslehre.
Z. f. Handelswissenschaftl.
Forschung, <u>15</u> , 1-12. |
| Vincent, C.K. | 1978 | Cost of producing a pregnancy.
IETS Animal Conference, Polykopie. |
| Vissac, B. | 1974 | Possibilités de valorisation des
techniques de transplantation
d' oeufs au niveau de l' amelioration
des productions bovines.
Departement de Génétique Animale,
Polykopie. |
| Zeddies, J. | 1969 | Die Leistungssteigerung in der
Tierzucht.
Göttingen: Diss. agr. |

Tabelle 15: Die E-Kombinationen der ET-Programme

E 111	Brunstbeobachtung der Spendertiere
E 112	Auswahl der Spender für ET
E 113	Stimulierung der Spender
E 114	Injektion von Prostaglandin
E 115	Künstliche Besamung der Spender
E 116	Kontrolle der Superovulation
E 211	Zervixpassage bei unblutiger Spülung
E 212	Spülung der Uterushörner
E 213	Aufsuchen der Embryonen
E 221	Vorbereitung der Operation und Öffnung des Abdomens
E 222	Ausspülen der Embryonen
E 223	Aufsuchen der Embryonen
E 311	Selektion der Embryonen
E 312	Zwischenlagerung der Embryonen
E 321	Selektion der Embryonen
E 322	Tiefgefrieren der Embryonen
E 323	Lagerung der Embryonen
E 324	Auftauen der Embryonen
E 411	Unblutiger Transfer der Embryonen
E 412	Haltung der Empfänger bis zur Graviditätsdiagnose
E 413	Graviditätsdiagnose
E 421	Operation des Empfängertieres
E 422	Haltung der Empfänger
E 423	Graviditätsdiagnose
E 511	Haltung des graviden Empfängers
E 512	Geburtsüberwachung und Geburtshilfe
E 513	Aufzucht der Kälber
E 611	Beurteilung und Selektion der Bullenkälber
E 612	Eigenleistungsprüfung der Jungbullen
E 613	Körung der Bullen
E 614	Bullen in die KB eingestellt
E 615	Prüfeinsatz der Bullen
E 616	Wartebullenhaltung der Prüfbullen
E 617	Selektion positiv geprüfter Bullen
E 711	Brunstbeobachtung der Empfängertiere
E 712	Selektion für ET
E 713	Brunstsynchronisation der Empfänger
E 714	Vorbereitung der Empfänger für den Transfer
E 721	Brunstbeobachtung der Empfänger
E 722	Selektion für ET
E 723	Vorbereitung für den Transfer

Tabelle 16 : Zuordnungsnetz der Verzehrsmengen an Produktionsfaktoren
zu den E-Kombinationen

	P R O D U K T I O N S F A K T O R E N																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
E111	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E112	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E113	0	5	0	0	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E114	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E115	0	0	20	1	0	0	6	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E116	0	0	5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E211	5	0	5	5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E212	5	0	15	0	0	2	0	1	0	0	600	30	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E213	0	20	0	2	0	0	0	0	0	1	5	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E221	100	50	50	50	0	0	0	0	0	3	0	20	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
E222	80	40	40	45	0	2	0	0	0	4	300	50	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
E223	0	20	0	2	0	0	0	0	0	1	5	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E311	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
E312	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E321	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
E322	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	20	0	5	5	0	0	0	10	1	1	0	0	0	0
E323	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
E324	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	20	0	7	7	0	0	0	10	0	0,33	0	0	0	0
E411	5	15	5	5	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
E412	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E413	0	0	5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E421	20	20	20	25	0	0	0	0	0	3	0	50	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E422	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E423	0	0	5	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E511	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E512	6	5	5	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E513	15	0	0	10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0
E711	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E712	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E713	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E714	10	10	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E721	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E722	0	2	5	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E723	10	10	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRODUKTIONSFAKTOREN

25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
o	o	o	o	o	o	1	1	1	1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	1	1	o	1	o	10	10	10	10	o	o	o	o	o	o	2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	1	o	o	o	o	2	2	2	2	o	o	o	o	o	o	o	o	1	o	o	o	o	o	o	o	o
o	1	o	o	o	o	2	2	2	2	o	o	o	o	o	o	o	o	1	o	o	o	o	o	o	o	o
o	1	o	o	o	o	5	5	5	5	o	o	o	o	o	o	o	o	o	3	o	o	o	o	o	o	o
o	1	o	o	o	o	2	2	2	2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	1	o	o	o	o	o	o	o
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	1	o	o	o	o
o	o	o	o	o	o	12	12	12	12	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	1	o	o	o	o
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1	1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1	1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	2	o	o	o	o	o	o	o	1	1	1	1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	1	o	o	o
o	1	o	o	o	o	o	o	o	40	40	40	40	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	1	o	o	
o	2	o	o	o	o	o	o	o	1	1	1	1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	1	o	o	o
o	1	o	o	o	o	o	o	o	40	40	40	40	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	1	o	o	
o	1	o	o	o	o	o	o	o	240	240	240	240	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	2	o	o	o	o	o	o	o	1	1	1	1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	0.1	o
o	10	o	o	o	o	o	o	o	30	30	30	30	30	30	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	1
o	o	o	o	o	o	o	o	o	1	1	1	1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	1	o	1	o	1	o	o	o	1	1	1	1	o	o	o	2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	1	o	o	o	o	o	o	o	2	2	2	2	o	o	o	o	o	o	o	1	o	o	o	o	o	o
o	1	o	o	o	o	o	o	o	7	7	7	7	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	o	o	o	o	o	o	o	o	1	1	1	1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	1	o	1	o	1	o	o	o	1	1	1	1	o	o	o	2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	o	o	o	o	o	o	o	o	1	1	1	1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

Herrn Prof. Dr. H. Kräußlich danke ich sehr herzlich für die Überlassung des Themas, die wertvollen Hinweise und Ratschläge und die mir großzügig gewährte Unterstützung.

Weiterhin danke ich Herrn Dr. W. W. Lampeter für seine bereitwillige Hilfe bei der Abklärung technischer Fragen und seine kritische Betreuung während der Erstellung dieser Arbeit.

In gleicher Weise gilt mein Dank Herrn Priv. Doz. Dr. Dr. Osterkorn für die Erstellung der zur Berechnung erforderlichen EDV-Programme.

Lebenslauf

Am 21. 3. 1953 wurde ich als erster Sohn des Landwirts
Gottfried Brem und dessen Ehefrau Barbara, geb. Kainz
in Rosenheim geboren.

1959-1963 Besuch der Volksschule in Lauterbach

1963-1972 Besuch des Finsterwalder-Gymnasiums Rosenheim,
mathematisch-naturwissenschaftlicher Zweig

23.6.1972 Abitur

Nov. 1972 Beginn des Studiums der Veterinärmedizin an
der Ludwig-Maximilians Universität München

Nov. 1976 Beginn des Studiums der Agrarwissenschaften
Fachrichtung Tierproduktion an der Technischen
Universität Weihenstephan

21.9.1977 Staatsexamen Veterinärmedizin

24.1.1978 Approbation als Tierarzt

März 1978 Hauptdiplom 1. Teil, Agrarwissenschaften

seit 1977 Doktorand am Institut für Tierzucht und Tier-
hygiene der Ludwig-Maximilians Universität
München

